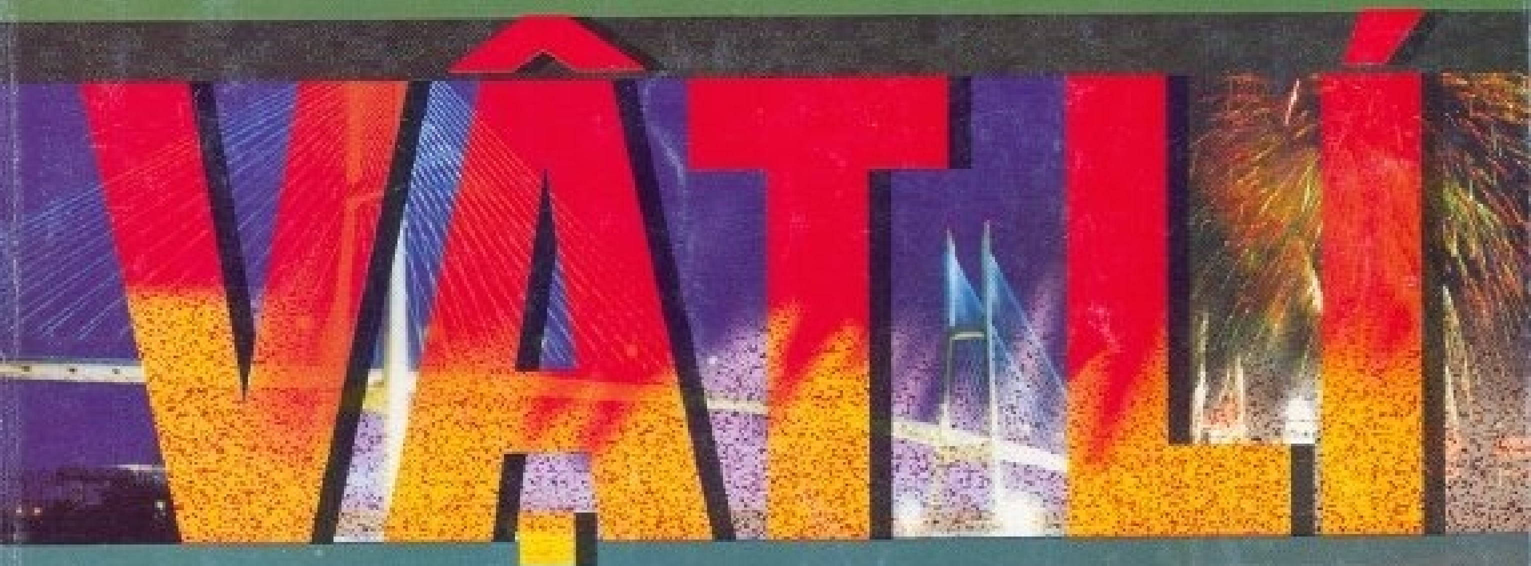
BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO



VẬT LÍ 10



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

LƯƠNG DUYÊN BÌNH (Tổng Chủ biên kiêm Chủ biên)
NGUYỄN XUÂN CHI - TÔ GIANG
TRẦN CHÍ MINH - VŨ QUANG - BÙI GIA THỊNH

VẬT LÍ 10

(Tái bản lần thứ nhất)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

CẤU TRÚC CÁC TRANG SÁCH GIÁO KHOA

1. Phần nội dung bài học gồm các trang in thành hai cột : một cột là nội dung chính của bài học, cột còn lại chữ nhỏ, trình bày các hình vẽ, tranh, ảnh, biểu bảng, đồ thị, các câu hỏi (kí hiệu **C**) để giáo viên và học sinh cùng tham gia xây dựng bài học... Tuy nhiên, với các hình, đồ thị,... có kích thước lớn thì in tràn trang.

2. Sau phần nội dung bài học là phần tóm tắt bài học, được in đậm. Cuối mỗi bài học là phần câu hỏi (kí hiệu) và bài tập (kí hiệu ▼) để học sinh làm ở nhà. Phần đáp án và đáp số bài tập được in ở cuối cuốn sách.

3. Sau một số bài học có những bài đọc thêm ghi là "Em có biết ?"

692 – 2006/CXB/384 – 1530/GD

Mã số : CH005T7

MỞ ĐẦU

1. Vật lí học nghiên cứu các dạng chuyển động, các quá trình biến đổi... và cấu tạo của các vật thể. Đó là một trong các môn khoa học tự nhiên quan trọng nhất của chương trình Trung học phổ thông. Các em học sinh đã bắt đầu học môn Vật lí từ các lớp Trung học cơ sở. Nhưng từ lớp 10 Trung học phổ thông, môn Vật lí mới được trình bày một cách hệ thống, sâu sắc và đầy đủ hơn. Trong chương trình Trung học phổ thông, môn Vật lí chủ yếu dùng phương pháp thực nghiệm ; hầu hết các khái niệm, định luật, công thức... đều được rút ra từ các quan sát, thí nghiệm... trong thực tế.

2. Chương trình môn Vật lí lớp 10 Trung học phổ thông gồm hai phần :

- Phần một – Cơ học : nghiên cứu các dạng chuyển động cơ, các định luật cơ bản của chuyển động cơ.
- Phần hai – Nhiệt học : nghiên cứu các trạng thái của các vật thể cấu tạo bởi các phân tử ; nghiên cứu sự trao đổi năng lượng giữa các vật thể trong quá trình biến đổi.

Sau mỗi khái niệm, định luật, công thức... đều có trình bày những ứng dụng trong thực tế sản xuất, công nghệ... và đời sống.

3. Các tính chất vật lí khác nhau của một vật thể được biểu diễn bằng các đại lượng vật lí khác nhau. Trong chương trình Trung học phổ thông, ta chỉ gặp hai loại đại lượng vật lí :

– Đại lượng vô hướng ;

– Đại lượng vectơ.

a) Đại lượng vô hướng : Đại lượng vô hướng chỉ có một giá trị : hoặc không âm (khối lượng, thể tích...), hoặc có dấu dương hay âm (điện tích, công, hiệu điện thế...).



b) Đại lượng vectơ : được diễn tả bằng một vectơ xác định bởi điểm gốc, điểm ngọn, giá, chiều và độ lớn.

Ví dụ : Vectơ $\overrightarrow{MN}$:

– Điểm gốc M ;

– Điểm ngọn N ;

– Chiều của vectơ là chiều từ điểm gốc đến điểm ngọn ;

– Độ lớn vectơ bằng $MN \equiv \left|\overrightarrow{MN}\right|$.

4. Thứ nguyên của một đại lượng vật lí.

Khi đo một đại lượng, người ta phải chọn một đại lượng cùng loại làm chuẩn để so sánh gọi là *đơn vị*. Người ta thấy rằng, chỉ cần xác định đơn vị của một số đại lượng cơ bản, các đơn vị của các đại lượng khác có thể từ đó suy ra.

Ví dụ : Đơn vị cơ bản :

độ dài : mét (m)
thời gian : giây (s)
khối lượng : kilôgam (kg)

Từ đó suy ra đơn vị :

vận tốc : m/s hay $m.s^{-1}$
gia tốc : m/s^2 hay $m.s^{-2}$
lực : $kg.m/s^2$ hay $kg.m.s^{-2}$ (gọi là niutơn)

Công thức xác định sự phụ thuộc của đơn vị một đại lượng nào đó vào các đơn vị cơ bản được gọi là *thứ nguyên* của đơn vị đó. Để kí hiệu thứ nguyên của một đơn vị, người ta dùng hai dấu ngoặc vuông.

Ví dụ :

$$[\text{công}] = [\text{lực.độ dài}] = kg.m.s^{-2}.m = kg.m^2.s^{-2}$$

$$[\text{động lượng}] = [\text{khối lượng.vận tốc}] = kg.m.s^{-1}$$

$$[\text{áp suất}] = \frac{[\text{lực}]}{[\text{diện tích}]} = \frac{kg.m.s^{-2}}{m^2} = kg.m^{-1}.s^{-2}$$

PHẦN MỘT

CƠ HỌC



Máy bay phản lực

Pháo hoa bên hồ Hoàn Kiếm

Cơ học nghiên cứu các định luật chi phối sự chuyển động và đứng yên của các vật.

Cơ học cho phép xác định được vị trí của vật ở bất kì thời điểm nào. Nó cho ta khả năng thấy trước được đường đi và vận tốc của vật, tìm ra được những kết cấu bền vững.

CƠ HỌC

- ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM
- ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM
- CÂN BẰNG VÀ CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT RẮN
- CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

CHƯƠNG I

Động học chất điểm



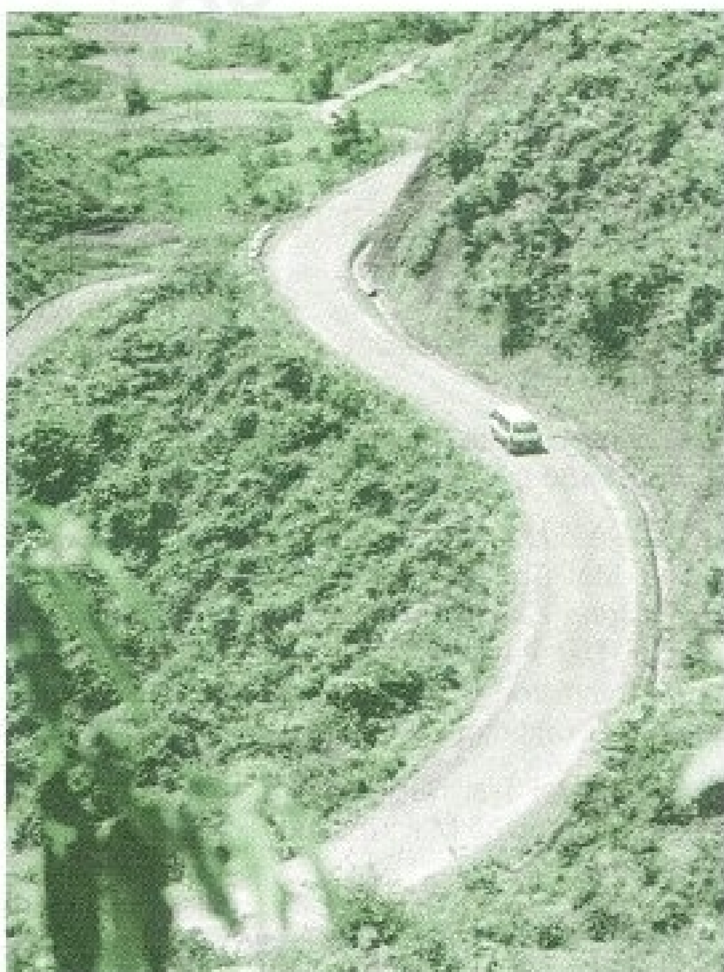
Chiếc xe "kì quái"

● Các khái niệm : chất điểm, quỹ đạo, hệ quy chiếu, vận tốc, tốc độ trung bình, vận tốc tức thời, tốc độ góc, gia tốc của chuyển động

● Các đặc điểm về quỹ đạo, vận tốc và gia tốc của các chuyển động thẳng đều, thẳng biến đổi đều, rơi tự do và tròn đều

● Công thức cộng vận tốc

Động học là một phần của Cơ học, trong đó người ta nghiên cứu cách xác định vị trí của các vật trong không gian tại những thời điểm khác nhau và mô tả các tính chất của chuyển động của các vật bằng các phương trình toán học, nhưng chưa xét đến nguyên nhân chuyển động.



Ô tô đang lên đèo Mã Phục (Cao Bằng)

1 CHUYỂN ĐỘNG CƠ

I - CHUYỂN ĐỘNG CƠ. CHẤT ĐIỂM

1. Chuyển động cơ

Chuyển động cơ của một vật (gọi tắt là chuyển động) là sự thay đổi vị trí của vật đó so với các vật khác theo thời gian.

2. Chất điểm

Một ô tô tải dài 4 m đang chạy trên đường Hà Nội – Hải Phòng, dài 105 km. Nếu phải chỉ vị trí của ô tô trên đường đi trong một bản đồ thì ta chỉ có thể vẽ được bằng một chấm (một điểm). Đó là vì chiều dài của ô tô chưa bằng bốn phần mười vạn chiều dài con đường. Ô tô được coi là một *chất điểm* trên đường Hà Nội – Hải Phòng. C1

Một vật chuyển động được coi là một chất điểm nếu kích thước của nó rất nhỏ so với độ dài đường đi (hoặc so với những khoảng cách mà ta đề cập đến).

Khi một vật được coi là chất điểm thì khối lượng của vật coi như tập trung tại chất điểm đó.

Các vật mà ta nói đến trong chương này đều coi là những chất điểm.

C1 Cho biết :

– Đường kính của Mặt Trời : 1 400 000 km.

– Đường kính của Trái Đất : 12 000 km.

– Khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trời : 150 000 000 km.

a) Nếu vẽ đường đi của Trái Đất quanh Mặt Trời là một đường tròn, đường kính 15 cm thì hình vẽ Trái Đất và Mặt Trời sẽ là những hình tròn có đường kính bao nhiêu xentimét ?

b) Có thể coi Trái Đất như một chất điểm trong hệ Mặt Trời được không ?

3. Quỹ đạo

Tập hợp tất cả các vị trí của một chất điểm chuyển động tạo ra một đường nhất định. Đường đó gọi là *quỹ đạo của chuyển động*.

II - CÁCH XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ CỦA VẬT TRONG KHÔNG GIAN

1. Vật làm mốc và thước đo

Cột cây số trên Hình 1.1 cho biết ta đang cách Phủ Lý 49 km. Trong trường hợp này ta đã lấy một cột cây số ở Phủ Lý là *vật làm mốc*. Khoảng cách từ cột cây số đến vật làm mốc đã được đo trước. Vật làm mốc được coi là đứng yên. **C2**

Vậy, *nếu đã biết đường đi (quỹ đạo) của vật, ta chỉ cần chọn một vật làm mốc và một chiều dương trên đường đó là có thể xác định được chính xác vị trí của vật bằng cách dùng một cái thước đo chiều dài đoạn đường từ vật làm mốc đến vật* (Hình 1.2).



Hình 1.1

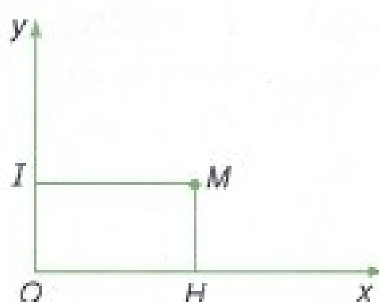
C2 Có thể lấy vật nào làm mốc để xác định vị trí một chiếc tàu thuỷ đang chạy trên sông ?



Hình 1.2

2. Hệ toạ độ

Muốn chỉ rõ cho người thợ biết chính xác một điểm M cần khoan trên tường để đóng đinh, cần nói rõ điểm đó nằm trên mặt tường nào, cách mép sàn và mép tường bên trái bao nhiêu mét. Hai đường Ox ở mép sàn và Oy ở mép tường bên trái vuông góc với nhau tạo thành một *hệ trục toạ độ vuông góc* (gọi tắt là *hệ toạ độ*) trên mặt tường. Điểm O là *gốc toạ độ*.



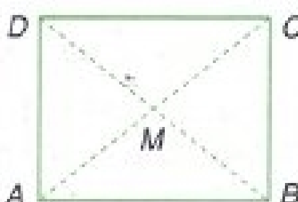
Hình 1.3

Muốn xác định vị trí của điểm M ta làm như sau :

– Chọn chiều dương trên các trục Ox và Oy ;

– Chiếu vuông góc điểm M xuống hai trục toạ độ Ox và Oy, ta được các điểm H và I (Hình 1.3).

Vị trí điểm M trên mặt tường sẽ được xác định bằng hai toạ độ là : $x = \overline{OH}$ và $y = \overline{OI}$. Hai toạ độ này là hai đại lượng đại số. **C3**



Hình 1.4

Để xác định x và y ta phải dùng một cái thước. Tuy nhiên, có thể dùng thước để chia độ sẵn trên hai trục Ox và Oy và quan niệm hệ toạ độ là hệ hai trục đã được chia độ.

C3 Hãy cho biết các toạ độ của điểm M nằm chính giữa một bức tường hình chữ nhật $ABCD$ có cạnh AB = 5 m, và cạnh AD = 4 m (Hình 1.4). Lấy trục Ox dọc theo AB, trục Oy dọc theo AD.

III - CÁCH XÁC ĐỊNH THỜI GIAN TRONG CHUYỂN ĐỘNG

1. Mốc thời gian và đồng hồ

Để mô tả chuyển động của một vật ta phải biết toạ độ của vật đó ở những thời điểm khác nhau. Muốn thế ta phải chỉ rõ *mốc thời gian* (hoặc *gốc thời gian*), tức là thời điểm mà ta bắt đầu đo thời gian và phải đo khoảng thời gian trôi đi kể từ mốc thời gian bằng một chiếc *đồng hồ*.

2. Thời điểm và thời gian

Bảng giờ tàu (Bảng 1.1) cho ta biết *thời điểm* mà đoàn tàu có mặt ở các ga. Nếu bỏ qua thời gian tàu đỗ lại ở các ga thì ta có thể tính được *khoảng thời gian* tàu chạy từ ga nọ đến ga kia.

Nếu lấy mốc thời gian là thời điểm vật bắt đầu chuyển động (thời điểm 0) thì số chỉ của thời điểm sẽ trùng với số đo khoảng thời gian đã trôi qua kể từ mốc thời gian. C4

Bảng 1.1

Bảng giờ tàu	
Hà Nội	19 giờ 00 phút
Nam Định	20 giờ 56 phút
Thanh Hoá	22 giờ 31 phút
Vinh	0 giờ 53 phút
Đồng Hới	4 giờ 42 phút
Đông Hà	6 giờ 44 phút
Huế	8 giờ 05 phút
Đà Nẵng	10 giờ 54 phút
Tam Kỳ	12 giờ 26 phút
Quảng Ngãi	13 giờ 37 phút
Diêu Trì	16 giờ 31 phút
Tuy Hoà	18 giờ 25 phút
Nha Trang	20 giờ 26 phút
Tháp Chàm	22 giờ 05 phút
Sài Gòn	4 giờ 00 phút

C4 Hãy tính xem đoàn tàu chạy từ ga Hà Nội đến ga Sài Gòn trong bao lâu ?

IV - HỆ QUY CHIẾU

Một hệ quy chiếu gồm :

– một vật làm mốc, một hệ toạ độ gắn với vật làm mốc ;

– một mốc thời gian và một đồng hồ.

Trong nhiều bài toán cơ học, nhiều khi nói về hệ quy chiếu, người ta chỉ đề cập đến hệ toạ độ, vật làm mốc và mốc thời gian mà không cần nói đến đồng hồ.

- **Chuyển động của một vật là sự thay đổi vị trí của vật đó so với các vật khác theo thời gian.**
- **Những vật có kích thước rất nhỏ so với độ dài đường đi (hoặc với những khoảng cách mà ta đề cập đến), được coi là những chất điểm. Chất điểm có khối lượng là khối lượng của vật.**
- **Để xác định vị trí của một vật ta cần chọn một vật làm mốc, một hệ trục toạ độ gắn với vật làm mốc đó để xác định các toạ độ của vật. Trong trường hợp đã biết rõ quỹ đạo thì chỉ cần chọn một vật làm mốc và một chiều dương trên quỹ đạo đó.**
- **Để xác định thời gian trong chuyển động ta cần chọn một mốc thời gian (hay gốc thời gian) và dùng một đồng hồ để đo thời gian.**
- **Hệ quy chiếu bao gồm vật làm mốc, hệ toạ độ, mốc thời gian và đồng hồ.**

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Chất điểm là gì ?
2. Nêu cách xác định vị trí của một ô tô trên một quốc lộ.
3. Nêu cách xác định vị trí của một vật trên một mặt phẳng.
4. Phân biệt hệ toạ độ và hệ quy chiếu.

5. Trường hợp nào dưới đây có thể coi vật là chất điểm ?

   A. Trái Đất trong chuyển động tự quay quanh mình nó.

   B. Hai hòn bi lúc va chạm với nhau.

   C. Người nhảy cầu lúc đang rơi xuống nước.

   D. Giọt nước mưa lúc đang rơi.

6. Một người chỉ đường cho một khách du lịch như sau : "Ông hãy đi dọc theo phố này đến bờ một hồ lớn. Đứng tại đó, nhìn sang bên kia hồ theo hướng Tây Bắc, ông sẽ thấy toà nhà của khách sạn S". Người chỉ đường đã xác định vị trí của khách sạn S theo cách nào ?

   A. Cách dùng đường đi và vật làm mốc.

   B. Cách dùng các trục toạ độ.

   C. Dùng cả hai cách A và B.

   D. Không dùng cả hai cách A và B.

7. Trong các cách chọn hệ trục toạ độ và mốc thời gian dưới đây, cách nào thích hợp nhất để xác định vị trí của một máy bay đang bay trên đường dài ?

   A. Khoảng cách đến ba sân bay lớn ; $t = 0$ là lúc máy bay cất cánh.

   B. Khoảng cách đến ba sân bay lớn ; $t = 0$ là 0 giờ quốc tế.

   C. Kinh độ, vĩ độ địa lí và độ cao của máy bay ; $t = 0$ là lúc máy bay cất cánh.

   D. Kinh độ, vĩ độ địa lí và độ cao của máy bay ; $t = 0$ là 0 giờ quốc tế.

8. Để xác định vị trí của một tàu biển giữa đại dương, người ta dùng những toạ độ nào ?

9*. Nếu lấy mốc thời gian là lúc 5 giờ 15 phút thì sau ít nhất bao lâu kim phút đuổi kịp kim giờ ?

Em có biết ?

THỜI GIAN

Chúng ta thường nghĩ thời gian trôi đi ở đâu cũng như nhau : Một phút trên con tàu vũ trụ cũng dài bằng một phút trên Trái Đất. Tuy nhiên, trong *Thuyết tương đối*, người ta đã chứng minh được rằng, trong con tàu vũ trụ thời gian trôi chậm hơn trên Trái Đất. Chẳng hạn như nếu có một phản ứng hoá học xảy ra trong 1 phút đối với người ngồi trong con tàu vũ trụ thì người ở trên Trái Đất sẽ thấy phản ứng đó xảy ra trong hơn 1 phút.

Trong các hệ quy chiếu khác nhau, thời gian trôi khác nhau. Đây không còn là một dự đoán lí thuyết mà đã được nhiều sự kiện thực nghiệm gián tiếp xác nhận.



Hình 1.5. Trong các hệ quy chiếu khác nhau, thời gian trôi khác nhau.

2 CHUYỂN ĐỘNG THẲNG ĐỀU

Dùng tăm tạo ra một giọt nước rất nhỏ trên mặt một bình chia độ đựng dầu ăn (Hình 2.1). Giọt nước sẽ chuyển động thẳng đều xuống phía dưới. Vậy, chuyển động thẳng đều là gì ? Làm thế nào để kiểm tra xem chuyển động của giọt nước có thực sự là chuyển động thẳng đều hay không ?



Hình 2.1

I - CHUYỂN ĐỘNG THẲNG ĐỀU

Giả sử có một chất điểm (vật) chuyển động trên một trục Ox ; lấy chiều chuyển động là chiều dương (Hình 2.2). Ta chỉ xét chuyển động của vật theo một chiều nhất định. Tại thời điểm t_1, vật đi qua điểm M_1 có toạ độ x_1. Tại thời điểm t_2, vật đi qua điểm M_2 có toạ độ x_2.



Hình 2.2

Ta sử dụng các khái niệm sau :

– *Thời gian chuyển động* của vật trên quãng đường M_1M_2 là : $t = t_2 - t_1$.

– *Quãng đường đi được* của vật trong thời gian t là : $s = x_2 - x_1$.

Ví dụ : Nếu $x_1 = 5$ m, $x_2 = 8$ m thì $s = 8$ m – 5 m = 3 m.

1. Tốc độ trung bình

Ở lớp 8 ta đã biết :

$$\text{Tốc độ trung bình} = \frac{\text{Quãng đường đi được}}{\text{Thời gian chuyển động}}$$

$$v_{tb} = \frac{s}{t} \qquad (2.1)$$

Đơn vị của tốc độ trung bình là mét trên giây (kí hiệu m/s), ngoài ra người ta còn dùng đơn vị kilômét trên giờ (km/h),... C1

C1 Dựa vào giờ tàu ở Bảng 1.1, hãy tính tốc độ trung bình của đoàn tàu trên đường Hà Nội – Sài Gòn, biết con đường này dài 1 726 km và coi như thẳng.

Trong ví dụ trên, nếu thời gian chuyển động là $t = 1$ s thì tốc độ trung bình của vật là 3 m/s.

Tốc độ trung bình cho biết mức độ nhanh, chậm của chuyển động.

2. Chuyển động thẳng đều

Chuyển động thẳng đều là chuyển động có quỹ đạo là đường thẳng và có tốc độ trung bình như nhau trên mọi quãng đường.

Trong chuyển động thẳng đều, khi nói tốc độ của xe trên một quãng đường hoặc trong một khoảng thời gian nào đó thì ta hiểu đó là tốc độ trung bình.

3. Quãng đường đi được trong chuyển động thẳng đều

Từ công thức (2.1) ta suy ra công thức tính quãng đường đi được s trong chuyển động thẳng đều :

$$s = v_{tb}t = vt \quad (2.2)$$

v là tốc độ của vật.

Trong chuyển động thẳng đều, quãng đường đi được s tỉ lệ thuận với thời gian chuyển động t.

Bảng 2.1

Một vài ví dụ về tốc độ trung bình.

	Tốc độ trung bình	
	km/h	m/s
Người đi bộ	4	≈ 1,1
Xe đạp	12	≈ 3,3
Ô tô đi trong thành phố	40	≈ 11
Máy bay chở khách	800	≈ 220
Vệ tinh nhân tạo	28 000	≈ 7 777

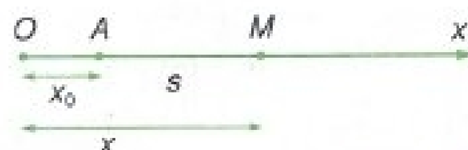
II – PHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN ĐỘNG VÀ ĐỒ THỊ TOẠ ĐỘ – THỜI GIAN CỦA CHUYỂN ĐỘNG THẲNG ĐỀU

1. Phương trình chuyển động thẳng đều

Giả sử có một chất điểm M, xuất phát từ một điểm A trên đường thẳng Ox, chuyển động thẳng đều theo phương Ox với tốc độ v (Hình 2.3). Điểm A cách gốc O một khoảng $OA = x_0$. Lấy mốc thời gian là lúc chất điểm bắt đầu chuyển động. Toạ độ của chất điểm sau thời gian chuyển động t sẽ là :

$$x = x_0 + s = x_0 + vt \quad (2.3)$$

Phương trình (2.3) gọi là *phương trình chuyển động thẳng đều* của chất điểm M.



Hình 2.3

2. Đồ thị toạ độ - thời gian của chuyển động thẳng đều

Giả sử có một người đi xe đạp, xuất phát từ địa điểm A, cách gốc toạ độ O là 5 km, chuyển động thẳng đều theo hướng Ox với vận tốc 10 km/h.

Phương trình chuyển động của xe đạp là :

$$x = 5 + 10t$$

với x tính bằng kilômét và t tính bằng giờ. Ta hãy tìm cách biểu diễn sự phụ thuộc của x vào t bằng đồ thị.

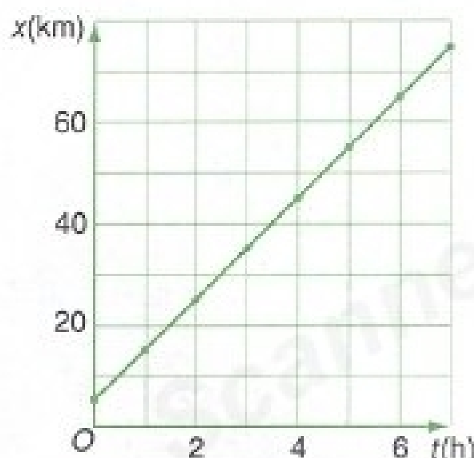
a) Bảng (x, t)

Trước hết ta phải lập bảng các giá trị tương ứng giữa x và t, gọi tắt là bảng (x, t), dưới đây :

t (h)	0	1	2	3	4	5	6
x (km)	5	15	25	35	45	55	65

b) Đồ thị toạ độ - thời gian

Vẽ hai trục vuông góc : trục hoành là trục thời gian (mỗi độ chia ứng với 1 giờ) ; trục tung là trục toạ độ (mỗi độ chia ứng với 10 km). Ta gọi hai trục này là hệ trục (x, t). Trên hệ trục (x, t), ta hãy chấm các điểm có x và t tương ứng trong bảng (x, t). Nối các điểm đó với nhau, ta được một đoạn thẳng (Hình 2.4) ; đoạn thẳng này có thể kéo dài thêm về bên phải. Hình 2.4 mà ta thu được gọi là *đồ thị toạ độ - thời gian* của chuyển động thẳng đều đã cho.



Hình 2.4

Đồ thị toạ độ - thời gian biểu diễn sự phụ thuộc của toạ độ của vật chuyển động vào thời gian.

- **Tốc độ trung bình của một chuyển động cho biết mức độ nhanh, chậm của chuyển động.**

$$v_{tb} = \frac{s}{t}$$

Đơn vị đo tốc độ trung bình là m/s hoặc km/h...

- **Chuyển động thẳng đều có quỹ đạo là đường thẳng và có tốc độ trung bình như nhau trên mọi quãng đường.**
- **Công thức tính quãng đường đi được của chuyển động thẳng đều : $s = vt$**
- **Phương trình chuyển động của chuyển động thẳng đều : $x = x_0 + vt$**

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Chuyển động thẳng đều là gì ?

2. Nêu những đặc điểm của chuyển động thẳng đều.

3. Tốc độ trung bình là gì ?

4. Viết công thức tính quãng đường đi được và phương trình chuyển động của chuyển động thẳng đều.

5. Nêu cách vẽ đồ thị toạ độ - thời gian của một chuyển động thẳng đều.

6. Trong chuyển động thẳng đều

A. quãng đường đi được s tỉ lệ thuận với tốc độ v.

B. toạ độ x tỉ lệ thuận với tốc độ v.

C. toạ độ x tỉ lệ thuận với thời gian chuyển động t.

D. quãng đường đi được s tỉ lệ thuận với thời gian chuyển động t.

Chọn đáp án đúng.

7. Chỉ ra câu *sai*.

Chuyển động thẳng đều có những đặc điểm sau :

A. Quỹ đạo là một đường thẳng ;

B. Vật đi được những quãng đường bằng nhau trong những khoảng thời gian bằng nhau bất kì ;

C. Tốc độ trung bình trên mọi quãng đường là như nhau ;

D. Tốc độ không đổi từ lúc xuất phát đến lúc dừng lại.

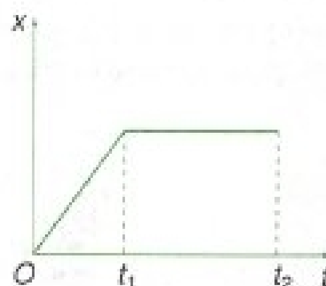
8. Đồ thị toạ độ - thời gian trong chuyển động thẳng của một chiếc xe có dạng như ở Hình 2.5. Trong khoảng thời gian nào xe chuyển động thẳng đều ?

A. Chỉ trong khoảng thời gian từ 0 đến t_1.

B. Chỉ trong khoảng thời gian từ t_1 đến t_2.

C. Trong khoảng thời gian từ 0 đến t_2.

D. Không có lúc nào xe chuyển động thẳng đều.



Hình 2.5

9. Hai ô tô xuất phát cùng một lúc từ hai địa điểm *A* và *B* cách nhau 10 km trên một đường thẳng qua *A* và *B*, chuyển động cùng chiều từ *A* đến *B*. Tốc độ của ô tô xuất phát từ *A* là 60 km/h, của ô tô xuất phát từ *B* là 40 km/h.

a) Lấy gốc toạ độ ở *A*, gốc thời gian là lúc xuất phát, hãy viết công thức tính quãng đường đi được và phương trình chuyển động của hai xe.

b) Vẽ đồ thị toạ độ - thời gian của hai xe trên cùng một hệ trục (x, t).

c) Dựa vào đồ thị toạ độ - thời gian để xác định vị trí và thời điểm mà xe *A* đuổi kịp xe *B*.

10. Một ô tô tải xuất phát từ thành phố *H* chuyển động thẳng đều về phía thành phố *P* với tốc độ 60 km/h. Khi đến thành phố *D* cách *H* 60 km thì xe dừng lại 1 giờ. Sau đó xe tiếp tục chuyển động đều về phía *P* với tốc độ 40 km/h. Con đường *H* - *P* coi như thẳng và dài 100 km.

a) Viết công thức tính quãng đường đi được và phương trình chuyển động của ô tô trên hai quãng đường *H* - *D* và *D* - *P*. Gốc toạ độ lấy ở *H*. Gốc thời gian là lúc xe xuất phát từ *H*.

b) Vẽ đồ thị toạ độ - thời gian của xe trên cả con đường *H* - *P*.

c) Dựa vào đồ thị, xác định thời điểm xe đến *P*.

d) Kiểm tra kết quả của câu c) bằng phép tính.

3 CHUYỂN ĐỘNG THẲNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

Thả một hòn bi lăn trên máng nghiêng (Hình 3.1). Nó sẽ chuyển động nhanh dần. Muốn biết chi tiết hơn nữa chuyển động này thì phải làm gì ?



Hình 3.1



Hình 3.2. Tốc kế trên xe máy

I - VẬN TỐC TỨC THỜI. CHUYỂN ĐỘNG THẲNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

1. Độ lớn của vận tốc tức thời

Một chiếc xe chuyển động không đều trên một đường thẳng ; lấy chiều chuyển động làm chiều dương [1]. Muốn biết tại một điểm *M* trên quỹ đạo xe đang chuyển động nhanh hay chậm ta phải làm gì ?

Ta phải tìm xem trong khoảng thời gian rất ngắn Δt, kể từ lúc ở *M*, xe dời được một đoạn đường Δs rất ngắn bằng bao nhiêu.

Đại lượng :

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

là độ lớn của *vận tốc tức thời* của xe tại *M*. Nó cho ta biết tại *M* xe chuyển động nhanh hay chậm.

Trên một xe máy đang chạy thì đồng hồ tốc độ (còn gọi là tốc kế) trước mặt người lái xe chỉ độ lớn của vận tốc tức thời của xe (Hình 3.2). **C1**

C1 Tại một điểm *M* trên đường đi, đồng hồ tốc độ của một chiếc xe máy chỉ 36 km/h. Tính xem trong khoảng thời gian 0,01 s xe đi được quãng đường bao nhiêu ?

2. Vectơ vận tốc tức thời

Tại mỗi điểm trên quỹ đạo, vận tốc tức thời của vật không những có một độ lớn nhất định, mà còn có phương và chiều xác định (xem ví dụ ở Hình 3.3). *Để đặc trưng cho chuyển động về sự nhanh, chậm và về phương, chiều*, người ta đưa ra khái niệm *vectơ vận tốc tức thời*.

(1) *Ta chỉ xét chuyển động theo một chiều nhất định.*

Vectơ vận tốc tức thời của một vật tại một điểm là một vectơ có gốc tại vật chuyển động, có hướng của chuyển động và có độ dài tỉ lệ với độ lớn của vận tốc tức thời theo một tỉ xích nào đó.



3. Chuyển động thẳng biến đổi đều

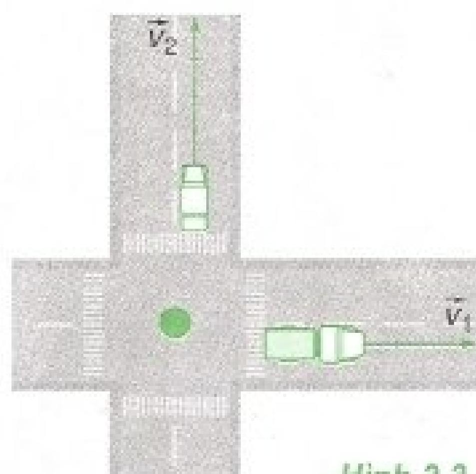
Chuyển động thẳng biến đổi là chuyển động có quỹ đạo là đường thẳng và có độ lớn của vận tốc tức thời luôn biến đổi.

Loại chuyển động thẳng biến đổi đơn giản nhất là *chuyển động thẳng biến đổi đều. Trong chuyển động thẳng biến đổi đều, độ lớn của vận tốc tức thời hoặc tăng đều, hoặc giảm đều theo thời gian.*

Chuyển động thẳng có độ lớn của vận tốc tức thời tăng đều theo thời gian gọi là *chuyển động thẳng nhanh dần đều.*

Chuyển động thẳng có độ lớn của vận tốc tức thời giảm đều theo thời gian gọi là *chuyển động thẳng chậm dần đều.*

Khi nói vận tốc của vật tại vị trí hoặc thời điểm nào đó, ta hiểu đó là vận tốc tức thời.



Hình 3.3

C2 Hãy so sánh độ lớn của vận tốc tức thời của xe tải và xe con vẽ ở Hình 3.3. Mỗi đoạn trên vectơ vận tốc ứng với 10 km/h. Nếu xe con đang đi theo hướng Nam – Bắc thì xe tải đang đi theo hướng nào ?

II – CHUYỂN ĐỘNG THẲNG NHANH DẦN ĐỀU

1. Gia tốc trong chuyển động thẳng nhanh dần đều

a) Khái niệm gia tốc

Gọi v_0 là vận tốc ở thời điểm t_0 và v là vận tốc ở thời điểm t sau đó. Hiệu $v - v_0 = \Delta v$ là độ biến thiên (ở đây là độ tăng) của vận tốc trong khoảng thời gian Δt ($\Delta t = t - t_0$). Vì vận tốc tăng đều theo thời gian nên Δv tỉ lệ thuận với Δt, $\Delta v = a\Delta t$.

Hệ số tỉ lệ a là một đại lượng không đổi và gọi là *gia tốc của chuyển động*. Gia tốc a bằng thương số :

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (3.1a)$$

Gia tốc của chuyển động là đại lượng xác định bằng thương số giữa độ biến thiên vận tốc Δv và khoảng thời gian vận tốc biến thiên Δt.

Thuật ngữ "vận tốc" được dùng không những để chỉ vận tốc là đại lượng vectơ, mà còn để chỉ độ lớn của đại lượng đó (tốc độ). Chỉ khi muốn nhấn mạnh đến phương và chiều thì ta mới dùng thuật ngữ vectơ vận tốc.

Gia tốc của chuyển động cho biết vận tốc biến thiên nhanh hay chậm theo thời gian.

Đơn vị của gia tốc là mét trên giây bình phương (m/s^2).

Trong chuyển động thẳng nhanh dần đều, gia tốc luôn luôn không đổi.

b) Vectơ gia tốc

Vì vận tốc là đại lượng vectơ nên gia tốc cũng là đại lượng vectơ :

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t - t_0} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \quad (3.1b)$$



Hình 3.4

Vì $v > v_0$ nên vectơ $\Delta\vec{v}$ cùng phương, cùng chiều với các vectơ $\vec{v}_0$ và $\vec{v}$ (Hình 3.4). Vectơ $\vec{a}$ cùng phương, cùng chiều với vectơ $\Delta\vec{v}$, nên nó cũng cùng phương, cùng chiều với các vectơ vận tốc.

Khi vật chuyển động thẳng nhanh dần đều, vectơ gia tốc có gốc ở vật chuyển động, có phương và chiều trùng với phương và chiều của vectơ vận tốc và có độ dài tỉ lệ với độ lớn của gia tốc theo một tỉ xích nào đó.

Ví dụ : Giả sử có một chiếc xe máy đang chuyển động thẳng với vận tốc 3 m/s, bỗng tăng tốc với gia tốc 0,5 m/s^2. Hãy tính vận tốc của xe sau khi tăng tốc được 10 giây.

Giải : Sau 10 giây, vận tốc của xe tăng được một lượng là 0,5.10 = 5 m/s. Vậy, vận tốc của xe sau 10 giây là :

$$v = 3 + 5 = 8 \text{ m/s}.$$

2. Vận tốc của chuyển động thẳng nhanh dần đều

a) Công thức tính vận tốc

Trở lại công thức (3.1a)

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

nếu lấy gốc thời gian ở thời điểm t_0 ($t_0 = 0$), ta sẽ có $\Delta t = t$ và

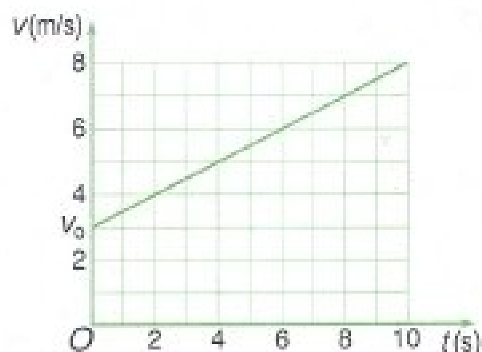
$$v = v_0 + at \quad (3.2)$$

Đó là công thức tính vận tốc. Nó cho ta biết vận tốc của vật ở những thời điểm khác nhau.

b) Đồ thị vận tốc - thời gian

Đồ thị biểu diễn sự biến thiên của vận tốc tức thời theo thời gian gọi là *đồ thị vận tốc - thời gian*. Đó là đồ thị ứng với công thức (3.2), trong đó v coi như một hàm số của thời gian t. Đồ thị có dạng một đoạn thẳng (Hình 3.5).

C3



Hình 3.5

C3 Hãy viết công thức tính vận tốc ứng với đồ thị ở Hình 3.5.

3. Công thức tính quãng đường đi được của chuyển động thẳng nhanh dần đều

Gọi s là quãng đường đi được trong thời gian t. Tốc độ trung bình của chuyển động là (xem 2.1) :

$$v_{tb} = \frac{s}{t}$$

Đối với chuyển động thẳng nhanh dần đều, *vì độ lớn của vận tốc (tốc độ) tăng đều theo thời gian nên người ta đã chứng minh được công thức tính tốc độ trung bình sau đây* (xem trang 23) *:*

$$v_{tb} = \frac{v_0 + v}{2}$$

với v_0 là tốc độ đầu và v là tốc độ cuối.

Mặt khác, ta lại có : $v = v_0 + at$.

Từ các công thức trên, ta suy ra :

$$s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \qquad (3.3)$$

Công thức (3.3) là *công thức tính quãng đường đi được* của chuyển động thẳng nhanh dần đều. Công thức này cho thấy *quãng đường đi được trong chuyển động thẳng nhanh dần đều là một hàm số bậc hai của thời gian.* C4 ; C5



Hình 3.6

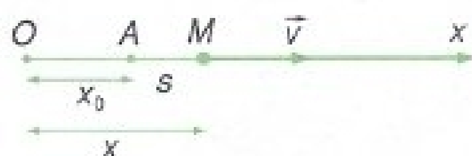
C4 Hình 3.6 là đồ thị vận tốc - thời gian của một thang máy trong 4 giây đầu kể từ lúc xuất phát. Hãy xác định gia tốc của thang máy trong giây đầu tiên.

C5 Hãy tính quãng đường mà thang máy đi được trong giây thứ nhất, kể từ lúc xuất phát ở câu C4.

4. Công thức liên hệ giữa gia tốc, vận tốc và quãng đường đi được của chuyển động thẳng nhanh dần đều

Loại t trong các công thức (3.2) và (3.3), ta được :

$$v^2 - v_0^2 = 2as \qquad (3.4)$$



Hình 3.7

5. Phương trình chuyển động của chuyển động thẳng nhanh dần đều

Nếu có một chất điểm M xuất phát từ một điểm A (Hình 3.7) có toạ độ x_0 trên đường thẳng Ox, chuyển động thẳng nhanh dần đều với vận tốc đầu v_0 và với gia tốc a, thì toạ độ của M ở thời điểm t sẽ là : $x = x_0 + s$

hay : $$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \quad (3.5)$$

Phương trình (3.5) là *phương trình chuyển động* của chuyển động thẳng nhanh dần đều. C6

C6 Cho một hòn bi xe đạp lăn xuống một máng nghiêng nhẵn, đặt dốc vừa phải (xem Hình 3.1 ở đầu bài học này). Hãy xây dựng một phương án nghiên cứu xem chuyển động của hòn bi có phải là chuyển động thẳng nhanh dần đều hay không ? Chú ý rằng chỉ có thước để đo độ dài và đồng hồ để đo thời gian.

Gợi ý : Nên chọn x_0 và v_0 sao cho phương trình (3.5) trở thành đơn giản. Sau đó phải xác định xem các đại lượng nào cần phải đo và định luật biến thiên nào cần phải phát hiện.

III – CHUYỂN ĐỘNG THẲNG CHẬM DẦN ĐỀU

1. Gia tốc của chuyển động thẳng chậm dần đều

a) Công thức tính gia tốc

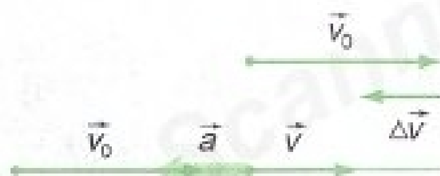
Công thức tính gia tốc trong trường hợp này cũng tương tự như trên :
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t}$$

Nếu chọn chiều của các vận tốc là chiều dương thì $v < v_0$ và $\Delta v < 0$. Gia tốc a có giá trị âm, nghĩa là ngược dấu với vận tốc.

b) Vectơ gia tốc

Ta có : $$\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

Vì vectơ $\vec{v}$ cùng hướng nhưng ngắn hơn vectơ $\vec{v}_0$, nên vectơ $\Delta\vec{v}$ ngược chiều với các vectơ $\vec{v}$ và $\vec{v}_0$ (Hình 3.8).



Hình 3.8

Vectơ gia tốc của chuyển động thẳng chậm dần đều ngược chiều với vectơ vận tốc.

Ví dụ : Một xe đạp đang đi thẳng với vận tốc 3 m/s bỗng hãm phanh và đi chậm dần đều. Mỗi giây vận tốc giảm 0,1 m/s. Hãy tính vận tốc của xe sau khi hãm phanh được 10 s.

Giải : Sau khi hãm phanh được 10 giây thì vận tốc của xe đạp giảm một lượng là 0,1.10 = 1 m/s.

Với $v_0 = 3$ m/s ; $a = -0{,}1$ m/s^2 ; $t = 10$ s thì $v = 2$ m/s.

Vậy, vận tốc của xe đạp sau 10 giây là : $v = 3 - 1 = 2$ m/s.

2. Vận tốc của chuyển động thẳng chậm dần đều

a) Công thức tính vận tốc

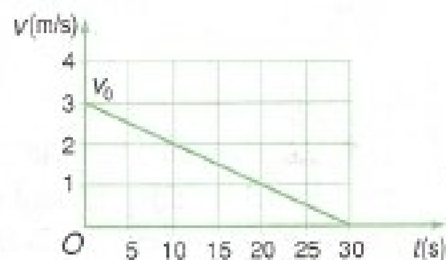
Chuyển động thẳng chậm dần đều là chuyển động thẳng, có độ lớn vận tốc giảm đều theo thời gian.

Ta có thể viết công thức tính vận tốc dưới dạng tổng quát :

$$v = v_0 + at$$

a ngược dấu với v_0.

b) Đồ thị vận tốc – thời gian có dạng như ở Hình 3.9.



Hình 3.9

3. Công thức tính quãng đường đi được và phương trình chuyển động của chuyển động thẳng chậm dần đều

a) Công thức tính quãng đường đi được

Chứng minh tương tự như trong chuyển động thẳng nhanh dần đều, ta có công thức tính quãng đường đi được của chuyển động thẳng chậm dần đều :

$$s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

trong đó a ngược dấu với v_0.

Chú ý rằng, trong chuyển động thẳng chậm dần đều có lúc vật sẽ dừng lại ($v = 0$). Nếu gia tốc của vật vẫn được duy trì thì vật sẽ chuyển động nhanh dần đều về phía ngược lại. *Ví dụ :* bắn nhẹ một hòn bi lên một mặt phẳng nghiêng.

b) Phương trình chuyển động tương tự như phương trình (3.5) :

$$x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

C7 ; C8

C7 Trở lại ví dụ ở mục III.2a. Tính quãng đường mà xe đạp đi được từ lúc bắt đầu hãm phanh đến lúc dừng hẳn.

C8 Dùng công thức (3.4) để kiểm tra kết quả thu được của câu **C7**.

- Chuyển động thẳng nhanh (chậm) dần đều là chuyển động thẳng có độ lớn của vận tốc tăng (giảm) đều theo thời gian.
- Vận tốc tức thời và gia tốc là các đại lượng vectơ.
- Đơn vị của gia tốc là m/s^2.
- Công thức tính vận tốc : $v = v_0 + at$.

  Chuyển động thẳng nhanh dần đều : a cùng dấu với v_0.

  Chuyển động thẳng chậm dần đều : a ngược dấu với v_0.
- Gia tốc a của chuyển động thẳng biến đổi đều là đại lượng không đổi.
- Công thức tính quãng đường đi được của chuyển động thẳng biến đổi đều :

$$s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

- Phương trình chuyển động của chuyển động thẳng biến đổi đều : $x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$
- Công thức liên hệ giữa gia tốc, vận tốc và quãng đường đi được : $v^2 - v_0^2 = 2as$

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Viết công thức tính vận tốc tức thời của một vật chuyển động tại một điểm trên quỹ đạo. Cho biết yêu cầu về độ lớn của các đại lượng trong công thức đó.

2. Vectơ vận tốc tức thời tại một điểm của một chuyển động thẳng được xác định như thế nào ?

3. Chuyển động thẳng nhanh dần đều, chậm dần đều là gì ?

4. Viết công thức tính vận tốc của chuyển động thẳng nhanh, chậm dần đều. Nói rõ dấu của các đại lượng tham gia vào công thức đó.

5. Gia tốc của chuyển động thẳng nhanh, chậm dần đều có đặc điểm gì ? Gia tốc được đo bằng đơn vị nào ? Chiều của vectơ gia tốc của các chuyển động này có đặc điểm gì ?

6. Viết công thức tính quãng đường đi được của chuyển động thẳng nhanh, chậm dần đều. Nói rõ dấu của các đại lượng tham gia vào công thức đó. Quãng đường đi được trong các chuyển động này phụ thuộc vào thời gian theo hàm số dạng gì ?

7. Viết phương trình chuyển động của chuyển động thẳng nhanh, chậm dần đều.

8. Thiết lập công thức tính gia tốc của chuyển động thẳng biến đổi đều theo vận tốc và quãng đường đi được.

9. Câu nào đúng ?

A. Gia tốc của chuyển động thẳng nhanh dần đều bao giờ cũng lớn hơn gia tốc của chuyển động thẳng chậm dần đều.

B. Chuyển động thẳng nhanh dần đều có gia tốc lớn thì có vận tốc lớn.

C. Chuyển động thẳng biến đổi đều có gia tốc tăng, giảm đều theo thời gian.

D. Gia tốc trong chuyển động thẳng nhanh dần đều có phương, chiều và độ lớn không đổi.

10. Trong công thức tính vận tốc của chuyển động thẳng nhanh dần đều $v = v_0 + at$ thì

A. v luôn luôn dương.

B. a luôn luôn dương.

C. a luôn luôn cùng dấu với v.

D. a luôn luôn ngược dấu với v.

Chọn đáp án đúng.

11. Công thức nào dưới đây là công thức liên hệ giữa vận tốc, gia tốc và quãng đường đi được của chuyển động thẳng nhanh dần đều ?

A. $v + v_0 = \sqrt{2as}$; B. $v^2 + v_0^2 = 2as$

C. $v - v_0 = \sqrt{2as}$; D. $v^2 - v_0^2 = 2as$

12. Một đoàn tàu rời ga chuyển động thẳng nhanh dần đều. Sau 1 phút tàu đạt tốc độ 40 km/h.

a) Tính gia tốc của đoàn tàu.

b) Tính quãng đường mà tàu đi được trong 1 phút đó.

c) Nếu tiếp tục tăng tốc như vậy thì sau bao lâu nữa tàu sẽ đạt tốc độ 60 km/h ?

13. Một ô tô đang chạy thẳng đều với tốc độ 40 km/h bỗng tăng ga chuyển động nhanh dần đều. Tính gia tốc của xe, biết rằng sau khi chạy được quãng đường 1 km thì ô tô đạt tốc độ 60 km/h.

14. Một đoàn tàu đang chạy với tốc độ 40 km/h thì hãm phanh, chuyển động thẳng chậm dần đều để vào ga. Sau 2 phút thì tàu dừng lại ở sân ga.

a) Tính gia tốc của đoàn tàu.

b) Tính quãng đường mà tàu đi được trong thời gian hãm.

15. Một xe máy đang đi với tốc độ 36 km/h bỗng người lái xe thấy có một cái hố trước mặt, cách xe 20 m. Người ấy phanh gấp và xe đến sát miệng hố thì dừng lại.

a) Tính gia tốc của xe.

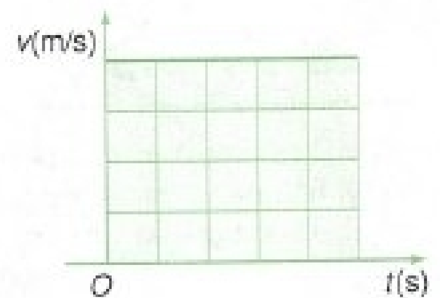
b) Tính thời gian hãm phanh.

Em có biết ?

CHỨNG MINH CÔNG THỨC TÍNH TỐC ĐỘ TRUNG BÌNH TRONG CHUYỂN ĐỘNG THẲNG NHANH DẦN ĐỀU

Quãng đường đi được trong chuyển động thẳng đều được tính bằng công thức : $s = vt$

trong đó vận tốc (tốc độ) v là một đại lượng không đổi.

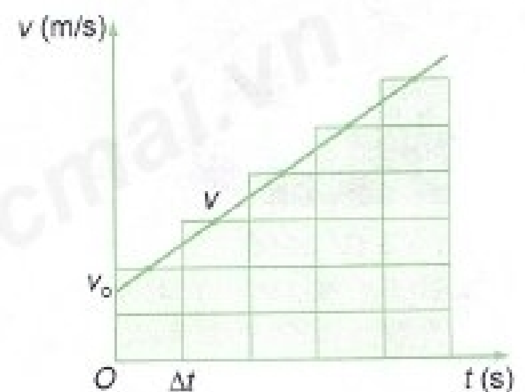


Hình 3.10

Đồ thị vận tốc của chuyển động thẳng đều có dạng một đoạn thẳng song song với trục t (Hình 3.10). Trong đồ thị này, hình chữ nhật có một cạnh là v, một cạnh là t (được tô màu) sẽ có diện tích tỉ lệ với quãng đường đi được : $s = vt$. Thực vậy, nếu vận tốc là 1 m/s và thời gian chuyển động là 1 s thì quãng đường đi được sẽ là 1 m. Quãng đường đi được này ứng với 1 ô nhỏ trên đồ thị. Nếu vận tốc là 4 m/s và thời gian chuyển động là 5 s, thì quãng đường đi được sẽ là 20 m. Quãng đường đi được này ứng với 20 ô trên đồ thị vận tốc. Nói khác đi, diện tích của hình chữ nhật nói trên phải tính theo đơn vị ô nhỏ, một cạnh ứng với thời gian 1 s, một cạnh ứng với vận tốc 1 m/s (không tính theo đơn vị m^2 hay cm^2).

Vậy, khi ta nói diện tích hình chữ nhật trong đồ thị vận tốc biểu diễn quãng đường đi được thì diện tích này phải tính theo đơn vị mét chứ không phải mét vuông.

Ta hãy áp dụng kết quả trên cho chuyển động thẳng nhanh dần đều.



Hình 3.11

Phương trình vận tốc của chuyển động thẳng nhanh dần đều là $v = v_0 + at$.

Đồ thị vận tốc có dạng một đoạn thẳng, cắt trục v ở điểm v_0 như Hình 3.11. Đó là đồ thị vận tốc của chuyển động thẳng nhanh dần đều.

Ta chia khoảng thời gian t thành rất nhiều khoảng nhỏ Δt, sao cho trong mỗi khoảng thời gian nhỏ đó có thể coi chuyển động như thẳng đều với vận tốc là vận tốc ở điểm giữa của khoảng đó. Quãng đường đi được trong khoảng thời gian đó được biểu diễn bằng diện tích của dải hẹp hình chữ nhật, một cạnh là Δt, một cạnh là v.

Quãng đường đi được trong khoảng thời gian Δt tiếp sau cũng được biểu diễn bằng diện tích của dải hẹp hình chữ nhật như trên, nhưng cạnh v dài hơn một chút. Cứ như thế, quãng đường đi được trong cả khoảng thời gian t sẽ được biểu diễn bằng tổng diện tích của các dải hẹp nói trên. Nếu lấy khoảng thời gian Δt rất nhỏ thì tổng diện tích các dải hẹp sẽ bằng diện tích của hình thang vuông có chiều cao là t, có các đáy nhỏ và đáy lớn là v_0 và v. Kết quả, ta được :

$$s = \frac{1}{2}(v_0 + v)t \quad \text{với} \quad v = v_0 + at$$

Cuối cùng, ta được $s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$.

Ngoài ra, ta còn có $s = v_{tb}t$; từ đó suy ra $v_{tb} = \frac{1}{2}(v_0 + v)$.

4 SỰ RƠI TỰ DO

Sự rơi của các vật là một chuyển động xảy ra rất phổ biến quanh ta. Ai cũng biết, ở cùng một độ cao một hòn đá sẽ rơi xuống đất nhanh hơn một chiếc lá. Nhiều người cho rằng, sở dĩ có hiện tượng đó là do trọng lực mà Trái Đất tác dụng lên hòn đá lớn hơn trọng lực mà Trái Đất tác dụng lên chiếc lá. Nguyên nhân đó có đúng hay không ?



G.GA-LI-LÊ
(Galileo Galilei, 1564 - 1642)
Nhà vật lí người I-ta-li-a

I - SỰ RƠI TRONG KHÔNG KHÍ VÀ SỰ RƠI TỰ DO

1. Sự rơi của các vật trong không khí

a) Thả một vật từ một độ cao nào đó để nó chuyển động tự do không có vận tốc đầu, vật sẽ chuyển động xuống phía dưới. Đó là sự rơi của vật. Ta hãy làm một số thí nghiệm để xem trong không khí vật nặng có luôn luôn rơi nhanh hơn vật nhẹ hay không ? Trong các thí nghiệm này ta đồng thời thả nhẹ nhàng hai vật rơi xuống từ cùng một độ cao, rồi quan sát xem vật nào rơi tới đất trước.

– Thí nghiệm 1. Thả một tờ giấy và một hòn sỏi (nặng hơn tờ giấy).

– Thí nghiệm 2. Như thí nghiệm 1, nhưng giấy vo tròn và nén chặt.

– Thí nghiệm 3. Thả hai tờ giấy cùng kích thước, nhưng một tờ giấy để phẳng còn tờ kia thì vo tròn và nén chặt lại.

– Thí nghiệm 4. Thả một vật nhỏ (chẳng hạn, hòn bi ở trong líp của xe đạp) và một tấm bìa phẳng đặt nằm ngang.

b) Trả lời câu hỏi **C1**

C1 - Trong thí nghiệm nào vật nặng rơi nhanh hơn vật nhẹ ?

- Trong thí nghiệm nào vật nhẹ rơi nhanh hơn vật nặng ?

- Trong thí nghiệm nào hai vật nặng như nhau lại rơi nhanh, chậm khác nhau ?

- Trong thí nghiệm nào hai vật nặng, nhẹ khác nhau lại rơi nhanh như nhau ?

c) Sau khi tiến hành thí nghiệm, ta thấy : Không thể nói trong không khí, vật nặng bao giờ cũng rơi nhanh hơn vật nhẹ. Hãy suy nghĩ xem yếu tố nào có thể ảnh hưởng đến sự rơi nhanh hay chậm của các vật trong không khí ?

2. Sự rơi của các vật trong chân không (sự rơi tự do)

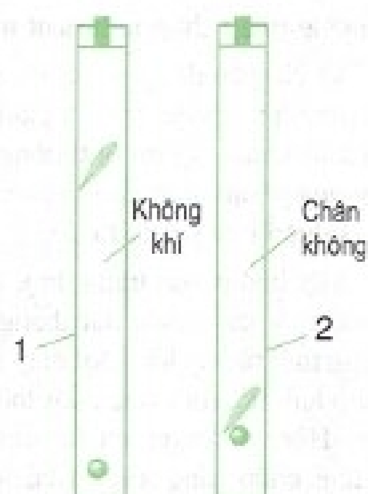
a) Ống Niu-tơn

Nhà vật lí người Anh Niu-tơn (Isaac Newton 1642 - 1727) là người đầu tiên nghiên cứu loại trừ ảnh hưởng của không khí lên sự rơi của các vật.

Ông làm thí nghiệm với một ống thuỷ tinh kín (Hình 4.1) trong có chứa một hòn bi chì và một cái lông chim.

– Cho hai vật nói trên rơi ở trong ống còn đầy không khí thì hòn bi chì rơi nhanh hơn cái lông chim.

– Hút hết[1] không khí ở trong ống ra, rồi cho hai vật nói trên rơi ở trong ống thì thấy chúng rơi nhanh như nhau.



Hình 4.1. Ống Niu-tơn
1. Chưa hút chân không
2. Đã hút chân không

b) Kết luận

Từ nhiều thí nghiệm như trên, ta đi đến kết luận : Nếu loại bỏ được ảnh hưởng của không khí thì mọi vật sẽ rơi nhanh như nhau. Sự rơi của các vật trong trường hợp này gọi là *sự rơi tự do.* C2

C2 Sự rơi của những vật nào trong 4 thí nghiệm mà ta làm ở trên có thể coi là sự rơi tự do ?

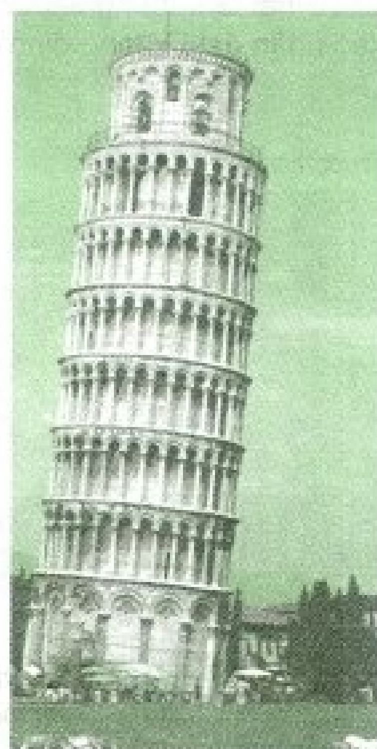
Thực ra, muốn có sự rơi tự do ta còn phải loại bỏ nhiều ảnh hưởng khác nữa như ảnh hưởng của điện trường, của từ trường... Vì vậy, khái niệm chính xác về sự rơi tự do là :

Sự rơi tự do là sự rơi chỉ dưới tác dụng của trọng lực.

Thí nghiệm của Ga-li-lê ở tháp nghiêng thành Pi-da (Pisa)

Trước Niu-tơn, Ga-li-lê đã làm thí nghiệm sau : Ông thả những quả tạ nặng khác nhau rơi đồng thời từ tầng cao của toà tháp nghiêng (Hình 4.2) ở thành phố Pi-da (I-ta-li-a) xuống và nhận thấy chúng rơi đến mặt đất gần như cùng một lúc.

Nếu phân tích kĩ thí nghiệm của Ga-li-lê ta sẽ thấy : Trọng lượng của các quả tạ nặng rất lớn so với sức cản của không khí tác dụng lên chúng. Do đó, ta có thể bỏ qua sức cản này và coi sự rơi của các quả tạ như là sự rơi tự do.



Hình 4.2. Tháp nghiêng Pi-da

(1) *Trong thực tế, ta không thể hút hết không khí ra được. Tuy nhiên, khi không khí trong ống loãng đến mức nào đó, ta coi như trong ống không còn không khí.*

Phương pháp chụp ảnh hoạt nghiệm

Vì chuyển động rơi tự do xảy ra rất nhanh nên việc đo thời gian rơi là rất khó khăn. Người ta thường dùng *phương pháp chụp ảnh hoạt nghiệm* để nghiên cứu sự rơi tự do.

Một hòn bi sơn trắng được thả rơi trước một cái thước đặt thẳng đứng trong một phòng tối. Một máy ảnh để chụp ảnh hòn bi trong suốt thời gian rơi. Hòn bi được chiếu sáng bởi những chớp sáng xảy ra cách nhau những khoảng thời gian bằng nhau.

Kết quả là ta sẽ thu được ảnh của hòn bi ở một loạt vị trí cách nhau những khoảng thời gian rơi bằng nhau. Ở Hình 4.3, khoảng thời gian này là $\frac{1}{31}$ giây.

Dựa vào ảnh hoạt nghiệm ta có thể chứng minh sự rơi tự do là một chuyển động thẳng nhanh dần đều.

C3 Phải làm thí nghiệm nào để xác nhận điều khẳng định này ?

Thước, hòn bi



Hình 4.3. Ảnh của hòn bi ở những vị trí cách nhau những khoảng thời gian rơi bằng nhau.

II - NGHIÊN CỨU SỰ RƠI TỰ DO CỦA CÁC VẬT

1. Những đặc điểm của chuyển động rơi tự do

a) Phương của chuyển động rơi tự do là phương thẳng đứng (phương của dây dọi). C3

b) Chiều của chuyển động rơi tự do là *chiều từ trên xuống dưới.*

c) Chuyển động rơi tự do là *chuyển động thẳng nhanh dần đều.*

d) Công thức tính vận tốc

Nếu cho vật rơi tự do, không có vận tốc đầu (thả nhẹ cho rơi) thì công thức tính vận tốc của sự rơi tự do là :

$$v = gt \qquad (4.1)$$

trong đó g là gia tốc của chuyển động rơi tự do, gọi tắt là *gia tốc rơi tự do.*

e) Công thức tính quãng đường đi được của sự rơi tự do :

$$s = \frac{1}{2}gt^2 \qquad (4.2)$$

trong đó s là quãng đường đi được, còn t là thời gian rơi.

2. Gia tốc rơi tự do

Có nhiều phương pháp đo gia tốc rơi tự do. Thực nghiệm chứng tỏ rằng :

Tại một nơi nhất định trên Trái Đất và ở gần mặt đất, các vật đều rơi tự do với cùng một gia tốc g.

Tuy nhiên, ở những nơi khác nhau, gia tốc rơi tự do sẽ khác nhau.

Ở địa cực, g lớn nhất : $g \approx 9{,}8324$ m/s^2. Ở xích đạo, g nhỏ nhất : $g \approx 9{,}7805$ m/s^2.

Ở Hà Nội, $g \approx 9{,}7872$ m/s^2. Ở Thành phố Hồ Chí Minh, $g \approx 9{,}7867$ m/s^2.

Nếu không đòi hỏi độ chính xác cao, ta có thể lấy $g \approx 9{,}8$ m/s^2 hoặc $g \approx 10$ m/s^2.

- Sự rơi tự do là sự rơi chỉ dưới tác dụng của trọng lực.
- Trong trường hợp có thể bỏ qua ảnh hưởng của các yếu tố khác lên vật rơi, ta có thể coi sự rơi của vật như là sự rơi tự do.
- Chuyển động rơi tự do là chuyển động thẳng nhanh dần đều theo phương thẳng đứng, chiều từ trên xuống dưới.
- Tại một nơi nhất định trên Trái Đất và ở gần mặt đất, mọi vật đều rơi tự do với cùng gia tốc *g*.
- Gia tốc rơi tự do ở các nơi khác nhau trên Trái Đất thì khác nhau. Người ta thường lấy $g \approx 9,8$ m/s^2 hoặc $g \approx 10$ m/s^2.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Yếu tố nào ảnh hưởng đến sự rơi nhanh, chậm của các vật khác nhau trong không khí ?

2. Nếu loại bỏ được ảnh hưởng của không khí thì các vật sẽ rơi như thế nào ?

3. Sự rơi tự do là gì ?

4. Nêu các đặc điểm của sự rơi tự do.

5. Trong trường hợp nào các vật rơi tự do với cùng một gia tốc *g* ?

6. Viết các công thức tính vận tốc và quãng đường đi được của sự rơi tự do.

7. Chuyển động của vật nào dưới đây sẽ được coi là rơi tự do nếu được thả rơi ?

A. Một cái lá cây rụng.

B. Một sợi chỉ.

C Một chiếc khăn tay.

D. Một mẩu phấn.

8. Chuyển động nào dưới đây có thể coi như là chuyển động rơi tự do ?

A. Chuyển động của một hòn sỏi được ném lên cao.

B. Chuyển động của một hòn sỏi được ném theo phương nằm ngang.

C. Chuyển động của một hòn sỏi được ném theo phương xiên góc.

D. Chuyển động của một hòn sỏi được thả rơi xuống.

9. Thả một hòn đá từ độ cao *h* xuống đất. Hòn đá rơi trong 1 s. Nếu thả hòn đá đó từ độ cao 4 *h* xuống đất thì hòn đá sẽ rơi trong bao lâu ?

A. 4 s ; B. 2 s ;

C. $\sqrt{2}$ s ; D. Một đáp số khác.

10. Một vật nặng rơi từ độ cao 20 m xuống đất. Tính thời gian rơi và vận tốc của vật khi chạm đất. Lấy $g = 10$ m/s^2.

11. Thả một hòn đá rơi từ miệng một cái hang sâu xuống đến đáy. Sau 4 s kể từ lúc bắt đầu thả thì nghe tiếng hòn đá chạm vào đáy. Tính chiều sâu của hang. Biết vận tốc truyền âm trong không khí là 330 m/s. Lấy $g = 9,8$ m/s^2.

12. Thả một hòn sỏi từ trên gác cao xuống đất. Trong giây cuối cùng hòn sỏi rơi được quãng đường 15 m. Tính độ cao của điểm từ đó bắt đầu thả hòn sỏi. Lấy $g = 10$ m/s^2.

Em có biết ?

PHƯƠNG PHÁP THỰC NGHIỆM

Phương pháp thực nghiệm là phương pháp mà người ta thường dùng để thiết lập các định luật vật lí mà ta gọi là các *định luật thực nghiệm*. Chẳng hạn, khi chưa biết rõ nguyên nhân của chuyển động rơi tự do, việc nghiên cứu quy luật biến đổi của gia tốc rơi tự do bằng thực nghiệm được tiến hành theo tinh thần của phương pháp thực nghiệm.

– Thoạt tiên, căn cứ vào các kết quả quan sát, các kinh nghiệm hằng ngày hoặc các thí nghiệm sơ bộ... để đề ra một *giả thuyết ban đầu*. Trong bài này, giả thuyết ban đầu là, vật nặng rơi nhanh hơn vật nhẹ.

– Tiếp theo, *phải làm nhiều thí nghiệm* để xác nhận hay bác bỏ giả thuyết ban đầu. Các thí nghiệm này phải có tính thuyết phục, nghĩa là phải xem xét đủ mọi trường hợp, mọi khía cạnh và phải đưa đến một kết luận chắc chắn. *Nếu giả thuyết này được xác nhận thì nó trở thành một định luật thực nghiệm.* Trong bài này, ta làm 4 thí nghiệm và thu được nhiều kết quả mâu thuẫn với giả thuyết ban đầu, nên giả thuyết này đã bị bác bỏ.

– Trong trường hợp giả thuyết ban đầu bị bác bỏ, ta phải phân tích kết quả thí nghiệm để *đề ra một giả thuyết khác*. Trong bài này, ta thấy không thể nói vật nặng rơi nhanh hơn vật nhẹ được. Thế thì phải giải thích hiện tượng hòn sỏi rơi nhanh hơn tờ giấy như thế nào ? Phải đề ra giả thuyết nào để nó phù hợp với kết quả của cả 4 thí nghiệm ? Ta nghĩ đến ảnh hưởng của không khí lên sự rơi của các vật. Từ đó ta đề ra một giả thuyết mới : nếu loại bỏ được ảnh hưởng của không khí thì có lẽ các vật sẽ rơi nhanh như nhau.

– Tuy giả thuyết mới có thể giải thích được các kết quả của tất cả các thí nghiệm đã làm, nhưng phải *tiến hành thêm một loạt thí nghiệm khác để kiểm tra tính đúng đắn của giả thuyết mới*. Trong bài này, thí nghiệm ống Niu-tơn và thí nghiệm của Ga-li-lê ở tháp nghiêng thành Pi-da đóng vai trò các thí nghiệm kiểm tra. Cứ như thế cho đến khi xây dựng được một định luật thực nghiệm.

– Cuối cùng, phải áp dụng định luật này vào nhiều tình huống mới khác nhau để tìm ra giới hạn áp dụng của nó. Chẳng hạn, quy luật rơi tự do không thể áp dụng cho các vật ở trong con tàu vũ trụ bay quanh Trái Đất hoặc cho các phân tử trong một khối khí.

5 CHUYỂN ĐỘNG TRÒN ĐỀU

Chuyển động của điểm đầu một chiếc kim giây đồng hồ và điểm đầu một cánh quạt máy có những điểm gì giống nhau và khác nhau ?

I - ĐỊNH NGHĨA

1. Chuyển động tròn

Chuyển động tròn là chuyển động có quỹ đạo là một đường tròn.

Ví dụ : Khi chiếc đu quay quay tròn, quỹ đạo của điểm treo các ghế ngồi trên chiếc đu quay là những đường tròn có tâm nằm trên trục quay (Hình 5.1).



Hình 5.1

2. Tốc độ trung bình trong chuyển động tròn

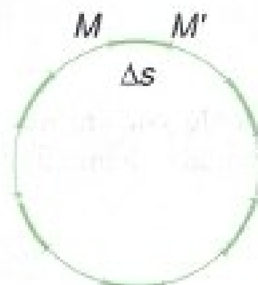
Tương tự như trong chuyển động thẳng, ta định nghĩa tốc độ trung bình trong chuyển động tròn như sau :

$$\text{Tốc độ trung bình} = \frac{\text{Độ dài cung tròn mà vật đi được}}{\text{Thời gian chuyển động}}$$

C1 Hãy nêu một vài ví dụ về chuyển động tròn đều.

3. Chuyển động tròn đều

Chuyển động tròn đều là chuyển động có quỹ đạo tròn và có tốc độ trung bình trên mọi cung tròn là như nhau. (Hình 5.2). C1



Hình 5.2

II - TỐC ĐỘ DÀI VÀ TỐC ĐỘ GÓC

1. Tốc độ dài

Gọi Δs là độ dài của cung tròn mà vật đi được từ điểm M đến điểm M' trong khoảng thời gian rất ngắn Δt. Khoảng thời gian này phải chọn ngắn đến mức có thể coi cung tròn như một đoạn thẳng. Ta gọi thương số :

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (5.1)$$

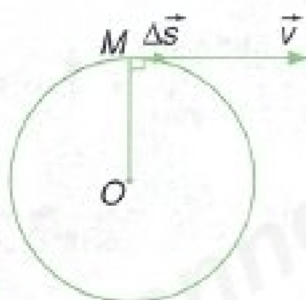
là tốc độ dài của vật tại điểm M. Tốc độ dài chính là độ lớn của vận tốc tức thời trong chuyển động tròn đều.

C2

C2 Một chiếc xe đạp chuyển động đều trên một đường tròn bán kính 100 m. Xe chạy một vòng hết 2 phút. Tính tốc độ dài của xe.

Trong chuyển động tròn đều thì Δs luôn luôn tỉ lệ với Δt, nên v là một đại lượng không đổi và bằng tốc độ trung bình của vật. *Trong chuyển động tròn đều, tốc độ dài của vật không đổi.*

2. Vectơ vận tốc trong chuyển động tròn đều



Hình 5.3

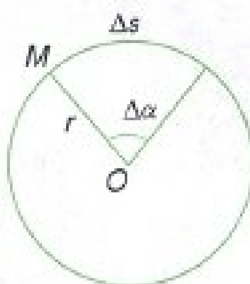
Trong điều kiện cung tròn có độ dài rất nhỏ, có thể coi như một đoạn thẳng, người ta dùng một vectơ $\Delta\vec{s}$ vừa để chỉ quãng đường đi được, vừa để chỉ hướng chuyển động. $\Delta\vec{s}$ gọi là *vectơ độ dời*. Khi đó, vận tốc sẽ được biểu diễn bằng *vectơ vận tốc*, cùng phương, cùng chiều với vectơ độ dời :

$$\vec{v} = \frac{\Delta\vec{s}}{\Delta t}$$

Vì $\Delta\vec{s}$ trùng với một đoạn cung tròn tại M nên nó nằm dọc theo tiếp tuyến với đường tròn quỹ đạo tại M. $\vec{v}$ cùng hướng với $\Delta\vec{s}$ nên nó cũng nằm theo tiếp tuyến tại M (Hình 5.3).

Vectơ vận tốc trong chuyển động tròn đều luôn có phương tiếp tuyến với đường tròn quỹ đạo.

3. Tốc độ góc. Chu kì. Tần số



Hình 5.4

Khái niệm tốc độ góc chỉ nói lên sự quay nhanh hay chậm của bán kính OM.

a) Định nghĩa

Gọi O là tâm và r là bán kính của đường tròn quỹ đạo. M là vị trí tức thời của vật chuyển động. Khi vật đi được một cung $\overset{\frown}{\Delta s}$ trong khoảng thời gian Δt thì bán kính OM quay được góc $\Delta\alpha$ (Hình 5.4).

Thương số :

$$\omega = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t} \qquad (5.2)$$

gọi là *tốc độ góc của chuyển động tròn*. Trong chuyển động tròn đều thì góc $\Delta\alpha$ tăng tỉ lệ thuận với thời gian Δt, nên tốc độ góc ω luôn không đổi.

Tốc độ góc của chuyển động tròn là đại lượng đo bằng góc mà bán kính OM quét được trong một đơn vị thời gian. Tốc độ góc của chuyển động tròn đều là đại lượng không đổi.

b) Đơn vị đo tốc độ góc

Nếu góc $\Delta\alpha$ đo bằng đơn vị rađian, thời gian Δt đo bằng đơn vị giây thì tốc độ góc ω đo bằng đơn vị *rađian trên giây* (viết tắt là *rad/s*). C3

c) Chu kì

Chu kì T của chuyển động tròn đều là thời gian để vật đi được một vòng.

Công thức liên hệ giữa tốc độ góc ω và chu kì T :

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \qquad (5.3)$$

Đơn vị chu kì là giây (s). C4

d) Tần số

Tần số f của chuyển động tròn đều là số vòng mà vật đi được trong 1 giây.

Công thức liên hệ giữa chu kì và tần số :

$$f = \frac{1}{T} \qquad (5.4)$$

Đơn vị của tần số là vòng trên giây (vòng/s) hoặc héc (Hz). C5

e) Công thức liên hệ giữa tốc độ dài và tốc độ góc

Ta đã biết, trong hình tròn thì :
độ dài cung = bán kính × góc ở tâm chắn cung. Như vậy, ta có : $\Delta s = r\Delta\alpha$, với $\Delta\alpha$ đo bằng rađian.

Từ hệ thức trên, suy ra : $\frac{\Delta s}{\Delta t} = r\frac{\Delta\alpha}{\Delta t}$

hay

$$v = r\omega \qquad (5.5)$$

C6

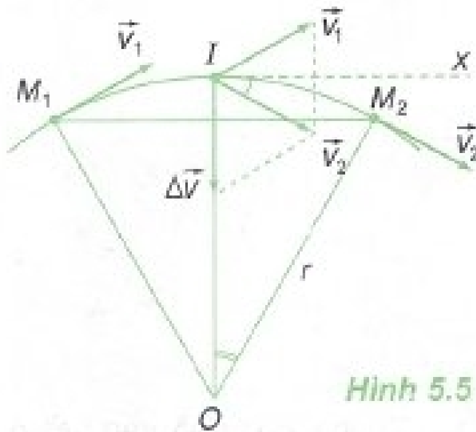
C3 Có loại đồng hồ treo tường mà kim giây quay đều liên tục. Hãy tính tốc độ góc của kim giây trong đồng hồ này.

C4 Hãy chứng minh công thức (5.3).

C5 Hãy chứng minh công thức (5.4).

C6 Hãy tính tốc độ góc của chiếc xe đạp trong câu C2.

III – GIA TỐC HƯỚNG TÂM



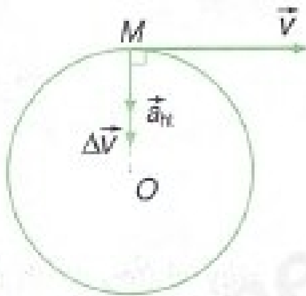
Hình 5.5

1. Hướng của vectơ gia tốc trong chuyển động tròn đều

Để xét gia tốc của vật tại điểm I (Hình 5.5), ta khảo sát sự biến đổi vectơ vận tốc $\vec{v}$ của vật khi nó chuyển động trong khoảng thời gian rất ngắn Δt từ điểm M_1 đến điểm M_2 trên cung đường tròn có trung điểm là I. Hai vectơ vận tốc $\vec{v}_1$ và $\vec{v}_2$ tại các điểm M_1 và M_2 có độ dài bằng nhau, nhưng có hướng khác nhau vì chúng lần lượt vuông góc với các bán kính OM_1 và OM_2.

Nếu tịnh tiến hai vectơ $\vec{v}_1$ và $\vec{v}_2$ đến điểm I, ta sẽ tìm được vectơ $\Delta\vec{v}$ biểu diễn sự thay đổi hướng của vận tốc (Hình 5.5) :

$$\vec{v}_1 + \Delta\vec{v} = \vec{v}_2 \text{ hay } \Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$$



Hình 5.6

Vì cung $\widehat{M_1M_2}$ rất nhỏ và vật chuyển động tròn đều, nên ta có thể coi hai điểm M_1 và M_2 gần như trùng nhau tại I và vectơ $\Delta\vec{v}$ biểu diễn sự thay đổi của vận tốc trên đoạn đường M_1M_2 này.

Có thể chứng minh vectơ $\Delta\vec{v}$ luôn luôn nằm dọc theo bán kính và hướng vào tâm O của quỹ đạo.

Vectơ gia tốc $\vec{a}$ của chuyển động tròn đều cũng được xác định bằng công thức (3.1b) :

$$\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

Vectơ $\vec{a}$ cùng hướng với vectơ $\Delta\vec{v}$ nên nó cũng nằm dọc theo bán kính và hướng vào tâm (Hình 5.6). Do đó người ta gọi gia tốc trong chuyển động tròn đều là *gia tốc hướng tâm* và kí hiệu là $\vec{a}_{ht}$.

Căn cứ vào hai tam giác đồng dạng Iv_1v_2 và OM_1M_2 trên Hình 5.5, ta có :

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{M_1M_2}{OM_1} \approx \frac{v\Delta t}{r}$$

$$\Delta v = \frac{v^2\Delta t}{r}\text{, suy ra : } a_{ht} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v^2}{r}$$

Ví dụ :

Một vệ tinh nhân tạo chuyển động tròn đều quanh Trái Đất trên một quỹ đạo có tâm là tâm Trái Đất và có bán kính 7 000 km. Tốc độ dài của vệ tinh là 7,57 km/s. Tính gia tốc hướng tâm của vệ tinh.

Giải : $a_{ht} = \frac{(7{,}57.10^3)^2}{7\,000.10^3} \approx 8{,}2 \text{ m/s}^2$.

Trong chuyển động tròn đều, tuy vận tốc có độ lớn không đổi, nhưng có hướng luôn thay đổi, nên chuyển động này có gia tốc. Gia tốc trong chuyển động tròn đều luôn hướng vào tâm của quỹ đạo nên gọi là gia tốc hướng tâm.

2. Độ lớn của gia tốc hướng tâm

Công thức tính gia tốc hướng tâm là :

$$a_{ht} = \frac{v^2}{r} \quad (5.6)$$

C7

C7 Hãy chứng minh công thức :

$$a_{ht} = r\omega^2 \quad (5.7)$$

- Chuyển động tròn đều là chuyển động có các đặc điểm :
  – Quỹ đạo là một đường tròn ;
  – Tốc độ trung bình trên mọi cung tròn là như nhau.
- Vectơ vận tốc của vật chuyển động tròn đều có :
  – phương tiếp tuyến với đường tròn quỹ đạo ;
  – độ lớn (tốc độ dài) : $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$.
- Tốc độ góc : $\omega = \frac{\Delta \alpha}{\Delta t}$; $\Delta\alpha$ là góc mà bán kính nối từ tâm đến vật quét được trong thời gian Δt. Đơn vị tốc độ góc là rad/s.
- Công thức liên hệ giữa tốc độ dài và tốc độ góc : $v = r\omega$.
- Chu kì của chuyển động tròn đều là thời gian để vật đi được một vòng.
- Công thức liên hệ giữa chu kì và tốc độ góc :

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

- Tần số của chuyển động tròn đều là số vòng mà vật đi được trong 1 giây. Đơn vị tần số là vòng/s hoặc héc (Hz).
- Công thức liên hệ giữa chu kì và tần số :

$$f = \frac{1}{T}$$

- Gia tốc trong chuyển động tròn đều luôn hướng vào tâm quỹ đạo và có độ lớn là :

$$a_{ht} = \frac{v^2}{r} = r\omega^2$$

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Chuyển động tròn đều là gì ?

2. Nêu những đặc điểm của vectơ vận tốc của chuyển động tròn đều.

3. Tốc độ góc là gì ? Tốc độ góc được xác định như thế nào ?

4. Viết công thức liên hệ giữa tốc độ dài và tốc độ góc trong chuyển động tròn đều.

5. Chu kì của chuyển động tròn đều là gì ? Viết công thức liên hệ giữa chu kì và tốc độ góc.

6. Tần số của chuyển động tròn đều là gì ? Viết công thức liên hệ giữa chu kì và tần số.

7. Nêu những đặc điểm và viết công thức tính gia tốc trong chuyển động tròn đều.

8. Chuyển động của vật nào dưới đây là chuyển động tròn đều ?

A. Chuyển động của một con lắc đồng hồ.

B. Chuyển động của một mắt xích xe đạp.

C. Chuyển động của cái đầu van xe đạp đối với người ngồi trên xe, xe chạy đều.

D. Chuyển động của cái đầu van xe đạp đối với mặt đường, xe chạy đều.

9. Câu nào đúng ?

A. Tốc độ dài của chuyển động tròn đều phụ thuộc vào bán kính quỹ đạo.

B. Tốc độ góc của chuyển động tròn đều phụ thuộc vào bán kính quỹ đạo.

C. Với v và ω cho trước, gia tốc hướng tâm phụ thuộc vào bán kính quỹ đạo.

D. Cả ba đại lượng trên không phụ thuộc vào bán kính quỹ đạo.

10. Chỉ ra câu *sai*.

Chuyển động tròn đều có các đặc điểm sau :

A. Quỹ đạo là đường tròn ;

B. Vectơ vận tốc không đổi ;

C. Tốc độ góc không đổi ;

D. Vectơ gia tốc luôn hướng vào tâm.

11. Một quạt máy quay với tần số 400 vòng/phút. Cánh quạt dài 0,8 m. Tính tốc độ dài và tốc độ góc của một điểm ở đầu cánh quạt.

12. Bánh xe đạp có đường kính 0,66 m. Xe đạp chuyển động thẳng đều với vận tốc 12 km/h. Tính tốc độ dài và tốc độ góc của một điểm trên vành bánh đối với người ngồi trên xe.

13. Một đồng hồ treo tường có kim phút dài 10 cm và kim giờ dài 8 cm. Cho rằng các kim quay đều. Tính tốc độ dài và tốc độ góc của điểm đầu hai kim.

14. Một điểm nằm trên vành ngoài của một lốp xe máy cách trục bánh xe 30 cm. Xe chuyển động thẳng đều. Hỏi bánh xe quay bao nhiêu vòng thì số chỉ trên đồng hồ tốc độ của xe sẽ nhảy một số ứng với 1 km.

15. Một chiếc tàu thuỷ neo tại một điểm trên đường xích đạo. Hãy tính tốc độ góc và tốc độ dài của tàu đối với trục quay của Trái Đất. Biết bán kính của Trái Đất là 6 400 km.

6 TÍNH TƯƠNG ĐỐI CỦA CHUYỂN ĐỘNG CÔNG THỨC CỘNG VẬN TỐC

Một diễn viên xiếc đứng trên lưng một con ngựa đang phi, tay quay tít một cái gậy, ở hai đầu có hai ngọn đuốc. Đối với diễn viên đó thì hai ngọn đuốc chuyển động tròn. Còn đối với khán giả thì sao ?

I – TÍNH TƯƠNG ĐỐI CỦA CHUYỂN ĐỘNG

1. Tính tương đối của quỹ đạo

Một người ngồi trên xe đạp và một người đứng bên đường cùng quan sát chuyển động của cái đầu van bánh trước xe đạp đang chạy. Người đứng bên đường thấy chiếc đầu van chuyển động theo một đường cong lúc lên cao, lúc xuống thấp (Hình 6.1). **C1**



Hình 6.1

C1 Người ngồi trên xe sẽ thấy đầu van chuyển động theo quỹ đạo như thế nào quanh trục bánh xe ?

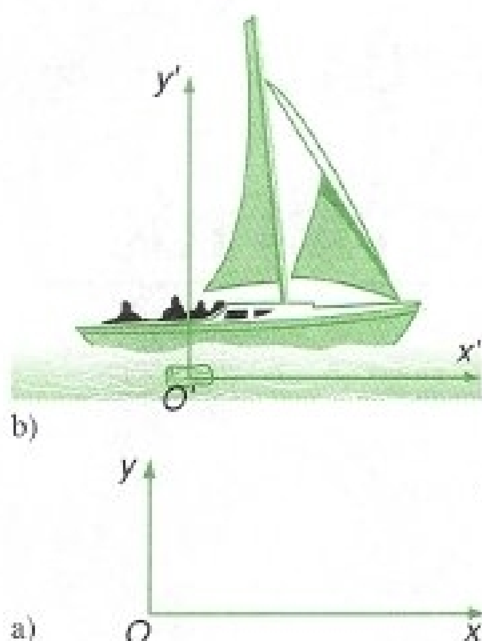
Hình dạng quỹ đạo của chuyển động trong các hệ quy chiếu khác nhau thì khác nhau - quỹ đạo có tính tương đối.

2. Tính tương đối của vận tốc

Một hành khách đang ngồi yên trong một toa tàu chuyển động với vận tốc 40 km/h. Đối với toa tàu thì vận tốc của người đó bằng không (người ấy ngồi yên). Đối với người đứng dưới đường thì hành khách đó đang chuyển động với vận tốc 40 km/h cùng với toa tàu. **C2**

C2 Nêu một ví dụ khác về tính tương đối của vận tốc.

Như vậy, ***vận tốc của vật chuyển động đối với các hệ quy chiếu khác nhau thì khác nhau. Vận tốc có tính tương đối.***



Hình 6.2

II - CÔNG THỨC CỘNG VẬN TỐC

1. Hệ quy chiếu đứng yên và hệ quy chiếu chuyển động

Một chiếc thuyền đang chạy trên một dòng sông. Ta sẽ xét chuyển động của thuyền trong hai hệ quy chiếu :

– Hệ quy chiếu (xOy) gắn với bờ coi như hệ quy chiếu đứng yên (Hình 6.2a).

– Hệ quy chiếu ($x'O'y'$) gắn với một vật trôi theo dòng nước là hệ quy chiếu chuyển động (Hình 6.2b).

2. Công thức cộng vận tốc

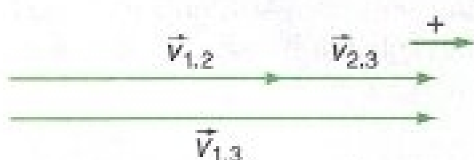
a) Trường hợp các vận tốc cùng phương cùng chiều

Thuyền chạy xuôi dòng nước.

Gọi $\vec{v}_{tb}$ là vận tốc của thuyền đối với bờ, tức là đối với hệ quy chiếu đứng yên. Vận tốc này gọi là *vận tốc tuyệt đối*.

Gọi $\vec{v}_{tn}$ là vận tốc của thuyền đối với nước, tức là đối với hệ quy chiếu chuyển động. Vận tốc này gọi là *vận tốc tương đối*.

Gọi $\vec{v}_{nb}$ là vận tốc của nước đối với bờ. Đó là vận tốc của hệ quy chiếu chuyển động so với hệ quy chiếu đứng yên. Vận tốc này gọi là *vận tốc kéo theo*.



Hình 6.3

Dễ dàng thấy rằng : $\vec{v}_{tb} = \vec{v}_{tn} + \vec{v}_{nb}$.

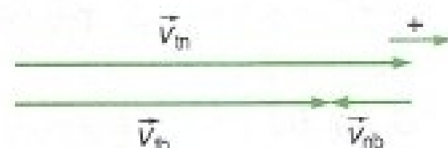
Hệ thức này có thể viết dưới dạng (Hình 6.3) :

$$\vec{v}_{1,3} = \vec{v}_{1,2} + \vec{v}_{2,3} \qquad (6.1)$$

Ví dụ : nếu $v_{nb} = 2\,km/h$, $v_{tb} = 30\,km/h$ thì $v_{tn} = 28\,km/h$.

Trong đó : số 1 ứng với vật chuyển động ; số 2 ứng với hệ quy chiếu chuyển động ; số 3 ứng với hệ quy chiếu đứng yên.

b) Trường hợp vận tốc tương đối cùng phương, ngược chiều với vận tốc kéo theo



Hình 6.4

Thuyền chạy ngược dòng nước. Vectơ vận tốc tương đối $\vec{v}_{tn}$ sẽ cùng phương, ngược chiều với vectơ vận tốc kéo theo $\vec{v}_{nb}$ (Hình 6.4).

Về độ lớn, rõ ràng là vận tốc của thuyền đối với nước phải trừ đi vận tốc chảy của dòng nước mới thành vận tốc của thuyền đối với bờ :

$$|v_{tb}| = |v_{tn}| - |v_{nb}|$$

Tuy nhiên, dưới dạng vectơ, ta vẫn phải viết :

$$\vec{v}_{tb} = \vec{v}_{tn} + \vec{v}_{nb}$$

($\vec{v}_{tb}$ là tổng của hai vectơ cùng phương, ngược chiều) **C3**

Như vậy công thức (6.1) có tính tổng quát. Đó là *công thức cộng vận tốc. Vectơ vận tốc tuyệt đối bằng tổng vectơ của vận tốc tương đối và vận tốc kéo theo.*

C3 Một con thuyền chạy ngược dòng nước đi được 20 km trong 1 giờ ; nước chảy với vận tốc 2 km/h. Tính vận tốc của thuyền đối với nước.

- **Quỹ đạo và vận tốc của cùng một vật chuyển động đối với các hệ quy chiếu khác nhau thì khác nhau.**
- **Công thức cộng vận tốc : Vectơ vận tốc tuyệt đối bằng tổng vectơ của vận tốc tương đối và vận tốc kéo theo : $\vec{v}_{1,3} = \vec{v}_{1,2} + \vec{v}_{2,3}$.**

  Vận tốc tuyệt đối là vận tốc của vật đối với hệ quy chiếu đứng yên ; vận tốc tương đối là vận tốc của vật đối với hệ quy chiếu chuyển động ; vận tốc kéo theo là vận tốc của hệ quy chiếu chuyển động đối với hệ quy chiếu đứng yên.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Nêu một ví dụ về tính tương đối của quỹ đạo của chuyển động.
2. Nêu một ví dụ về tính tương đối của vận tốc của chuyển động.
3. Trình bày công thức cộng vận tốc trong trường hợp các chuyển động cùng phương, cùng chiều (cùng phương và ngược chiều).
4. Chọn câu khẳng định đúng.
   Đứng ở Trái Đất, ta sẽ thấy

A. Mặt Trời đứng yên, Trái Đất quay quanh Mặt Trời, Mặt Trăng quay quanh Trái Đất.

B. Mặt Trời và Trái Đất đứng yên, Mặt Trăng quay quanh Trái Đất.

C. Mặt Trời đứng yên, Trái Đất và Mặt Trăng quay quanh Mặt Trời.

D. Trái Đất đứng yên, Mặt Trời và Mặt Trăng quay quanh Trái Đất.

5. Một chiếc thuyền buồm chạy ngược dòng sông, sau 1 giờ đi được 10 km. Một khúc gỗ trôi theo dòng sông, sau 1 phút trôi được $\frac{100}{3}$ m. Vận tốc của thuyền buồm so với nước bằng bao nhiêu ?

A. 8 km/h. B. 10 km/h.

C. 12 km/h. D. một đáp số khác.

6. Một hành khách ngồi trong toa tàu *H*, nhìn qua cửa sổ thấy toa tàu *N* bên cạnh và gạch lát sân ga đều chuyển động như nhau. Hỏi toa tàu nào chạy ?

A. Tàu *H* đứng yên, tàu *N* chạy.

B. Tàu *H* chạy, tàu *N* đứng yên.

C. Cả hai tàu đều chạy.

D. Các câu A, B, C đều không đúng.

7. Một ô tô *A* chạy đều trên một đường thẳng với vận tốc 40 km/h. Một ô tô *B* đuổi theo ô tô *A* với vận tốc 60 km/h. Xác định vận tốc của ô tô *B* đối với ô tô *A* và của ô tô *A* đối với ô tô *B*.

8. *A* ngồi trên một toa tàu chuyển động với vận tốc 15 km/h đang rời ga. *B* ngồi trên một toa tàu khác chuyển động với vận tốc 10 km/h đang vào ga. Hai đường tàu song song với nhau. Tính vận tốc của *B* đối với *A*.

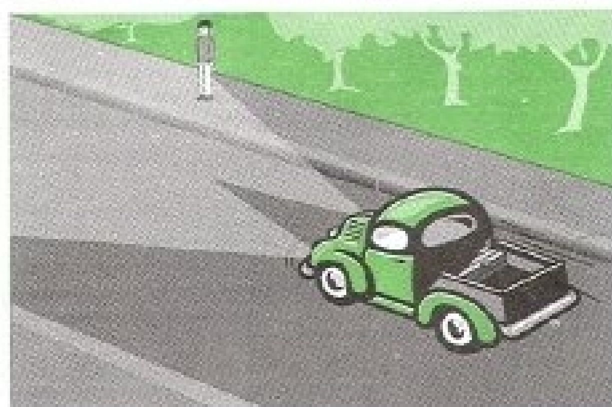
Em có biết ?

VẬN TỐC ÁNH SÁNG

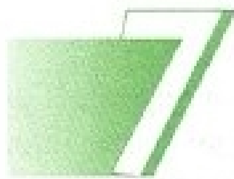
Một ô tô đang chạy với vận tốc v thì bật đèn pha (Hình 6.5). Đối với người lái xe, ánh sáng truyền đi với vận tốc c ($c = 3.10^8$ m/s). Đối với người đứng bên lề đường thì có lẽ ánh sáng sẽ có vận tốc $c + v$.

Không đâu. Căn cứ vào các thí nghiệm rất chính xác mà nhiều nhà bác học lỗi lạc đã tiến hành vào cuối thế kỉ XIX để nghiên cứu sự truyền ánh sáng trong các môi trường, Anh-xtanh (Einstein) đã đi đến kết luận là, vận tốc ánh sáng đối với mọi hệ quy chiếu khác nhau là như nhau và đều bằng c.

Công thức cộng vận tốc mà ta học ở đây không đúng cho trường hợp các vật chuyển động với vận tốc rất lớn (so sánh được với vận tốc ánh sáng). Các em sẽ biết rõ điều này trong Thuyết tương đối của Anh-xtanh (1905).



Hình 6.5



SAI SỐ CỦA PHÉP ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG VẬT LÍ

Khi nghiên cứu các hiện tượng tự nhiên, trong vật lí học người ta thường dùng phương pháp thực nghiệm : tiến hành phép đo các đại lượng vật lí đặc trưng cho hiện tượng, xác định mối liên hệ giữa chúng, từ đó rút ra quy luật vật lí.

Để thực hiện các phép đo, ta phải có các dụng cụ đo. Tuy nhiên trong thực tế, hầu như không một dụng cụ đo nào, không một phép đo nào có thể cho ta giá trị đúng của đại lượng cần đo. Các kết quả thu được chỉ là gần đúng.

Vì sao vậy ? Điều này có mâu thuẫn hay không với quan niệm cho rằng vật lí là một môn khoa học chính xác ? Để trả lời câu hỏi này, trước hết ta cần làm rõ khái niệm : phép đo các đại lượng vật lí là gì ? Vì sao có sự sai lệch giữa giá trị đúng của đại lượng cần đo và kết quả đo ? Từ đó xác định kết quả và đánh giá được độ chính xác của phép đo.

I - PHÉP ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG VẬT LÍ. HỆ ĐƠN VỊ SI

1. Phép đo các đại lượng vật lí

Ta dùng một cái cân để đo khối lượng một vật. Cái cân là một dụng cụ đo, và phép đo khối lượng của vật thực chất là phép so sánh khối lượng của nó với khối lượng của các quả cân, là những mẫu vật được quy ước có khối lượng bằng một đơn vị (1 gam, 1 kilôgam...) hoặc bằng bội số nguyên lần đơn vị khối lượng. Vậy :

Phép đo một đại lượng vật lí là phép so sánh nó với đại lượng cùng loại được quy ước làm đơn vị.

Công cụ để thực hiện việc so sánh nói trên gọi là *dụng cụ đo*, phép so sánh trực tiếp thông qua dụng cụ đo gọi là *phép đo trực tiếp*.

Nhiều đại lượng vật lí có thể đo trực tiếp như độ dài, khối lượng, thời gian,... trong khi những đại lượng vật lí khác như gia tốc, khối lượng riêng, thể tích... không có sẵn dụng cụ đo để đo trực tiếp, nhưng có thể xác định thông qua một công thức liên hệ với các đại lượng đo trực tiếp. *Ví dụ :* gia tốc rơi tự do g có thể xác định theo công thức $g = \dfrac{2s}{t^2}$, thông qua hai phép đo trực tiếp là phép đo độ dài quãng đường đi được s và thời gian rơi t. Phép đo như thế gọi là *phép đo gián tiếp*.

2. Đơn vị đo

Một hệ thống các đơn vị đo các đại lượng vật lí đã được quy định thống nhất áp dụng tại nhiều nước trên thế giới, trong đó có Việt Nam, gọi là hệ SI (Système International).

Hệ SI quy định 7 đơn vị cơ bản, đó là :
- đơn vị độ dài : mét (m)
- đơn vị thời gian : giây (s)
- đơn vị khối lượng : kilôgam (kg)
- đơn vị nhiệt độ : kenvin (K)
- đơn vị cường độ dòng điện : ampe (A)
- đơn vị cường độ sáng : canđêla (Cd)
- đơn vị lượng chất : mol (mol)

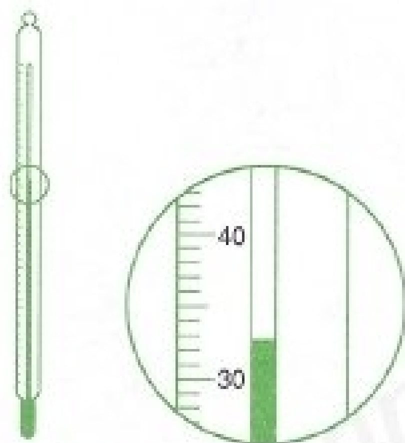
Ngoài 7 đơn vị cơ bản, các đơn vị khác là những đơn vị dẫn xuất, được suy ra từ các đơn vị cơ bản theo một công thức. *Ví dụ* : đơn vị lực F là niutơn (N), được định nghĩa :

$$1\ \text{N} = 1\ \text{kg.m/s}^2$$

II - SAI SỐ PHÉP ĐO

1. Sai số hệ thống

Giả sử một vật có độ dài thực là l = 32,7 mm. Dùng một thước có độ chia nhỏ nhất 1 milimét để đo l, ta chỉ có thể xác định được l có giá trị nằm trong khoảng giữa 32 mm và 33 mm, còn phần lẻ không thể đọc được trên thước đo. Sự sai lệch này, do chính đặc điểm cấu tạo của dụng cụ đo gây ra, gọi là *sai số dụng cụ*. **C1**



Hình 7.1

C1 Em hãy cho biết giá trị nhiệt độ chỉ trên nhiệt kế ở Hình 7.1 bằng bao nhiêu ?

Sai số dụng cụ là không thể tránh khỏi, thậm chí nó còn tăng lên khi điểm 0 ban đầu bị lệch đi, mà ta sơ suất trước khi đo không hiệu chỉnh lại (Hình 7.2). Kết quả là giá trị thu được luôn lớn hơn, hoặc nhỏ hơn giá trị đúng của đại lượng cần đo. Sai lệch do những nguyên nhân trên gây ra gọi là *sai số hệ thống*.



Hình 7.2. Độ lệch điểm 0 ban đầu của vôn kế gây ra sai số hệ thống.

2. Sai số ngẫu nhiên

Lặp lại phép đo thời gian rơi tự do của cùng một vật giữa hai điểm A, B ta nhận được các giá trị khác nhau. Sự sai lệch này không có nguyên nhân rõ ràng, có thể do hạn chế về khả năng giác quan của con người dẫn đến thao tác đo không chuẩn, hoặc do điều kiện làm thí nghiệm không ổn định, chịu tác động của các yếu tố ngẫu nhiên bên ngoài... Sai số gây ra trong trường hợp này gọi là *sai số ngẫu nhiên*.

3. Giá trị trung bình

Sai số ngẫu nhiên làm cho kết quả phép đo trở nên kém tin cậy. Để khắc phục người ta lặp lại phép đo nhiều lần. Khi đo n lần cùng một đại lượng A, ta nhận được các giá trị khác nhau : $A_1, A_2, \dots A_n$.

Giá trị trung bình được tính theo công thức :

$$\overline{A} = \frac{A_1 + A_2 + \dots A_n}{n} \quad (7.1)$$

là giá trị *gần đúng nhất* với giá trị thực của đại lượng A.

4. Cách xác định sai số của phép đo

a) Trị tuyệt đối của hiệu số giữa *giá trị trung bình* và *giá trị của mỗi lần đo* gọi là *sai số tuyệt đối* ứng với lần đo đó.

$$\Delta A_1 = \left|\overline{A} - A_1\right| ; \Delta A_2 = \left|\overline{A} - A_2\right| ; \Delta A_3 = \left|\overline{A} - A_3\right| \dots \quad (7.2)$$

Sai số tuyệt đối trung bình của n lần đo được tính theo công thức :

$$\overline{\Delta A} = \frac{\Delta A_1 + \Delta A_2 + \dots + \Delta A_n}{n} \quad (7.3)$$

Giá trị $\overline{\Delta A}$ xác định theo (7.3) là *sai số ngẫu nhiên*. Như vậy, để xác định sai số ngẫu nhiên ta phải đo nhiều lần. Trong trường hợp không cho phép thực hiện phép đo nhiều lần ($n < 5$), người ta không tính sai số ngẫu nhiên bằng cách lấy trung bình (7.3), mà chọn giá trị lớn nhất $(\Delta A)_{max}$ trong số các sai số tuyệt đối thu được từ (7.2).

Chú ý rằng, trong (7.2) các kí hiệu $\Delta A_1, \Delta A_2, \dots$ được dùng để chỉ các sai số tuyệt đối ; chúng là những đại lượng không âm. Cần phân biệt các đại lượng đó với các gia số thường dùng trong đại số :

$$\Delta A_i = A - A_i$$

Gia số ΔA_i có thể dương hoặc âm.

b) Sai số tuyệt đối của phép đo là tổng sai số ngẫu nhiên và sai số dụng cụ :

$$\Delta A = \overline{\Delta A} + \Delta A' \quad (7.4)$$

Chú ý :

– Sai số hệ thống do lệch điểm 0 ban đầu là loại sai số cần phải loại trừ, bằng cách hiệu chỉnh chính xác điểm 0 ban đầu của dụng cụ đo trước khi tiến hành đo.

– Sai sót : trong khi đo, còn có thể mắc phải sai sót. Do lỗi sai sót, kết quả nhận được khác xa giá trị thực. Trong trường hợp nghi ngờ có sai sót, cần phải đo lại và loại bỏ giá trị sai sót.

trong đó sai số dụng cụ $\Delta A'$ thông thường có thể lấy bằng *nửa hoặc một độ chia nhỏ nhất* trên dụng cụ. Trong một số dụng cụ đo có cấu tạo phức tạp, ví dụ đồng hồ đo điện đa năng hiện số, sai số dụng cụ được tính theo một công thức do nhà sản xuất quy định.

5. Cách viết kết quả đo

Kết quả đo đại lượng A không cho dưới dạng một con số, mà cho dưới dạng một *khoảng giá trị*, trong đó chắc chắn có chứa giá trị thực của đại lượng A :

$$(\overline{A} - \Delta A) \leq A \leq (\overline{A} + \Delta A)$$

Người ta diễn tả kết quả trên bằng cách viết :

$$A = \overline{A} \pm \Delta A \qquad (7.5)$$

Chú ý : Sai số tuyệt đối của phép đo ΔA thu được từ phép tính sai số thường chỉ được viết đến *một hoặc tối đa là hai chữ số có nghĩa*, còn giá trị trung bình $\overline{A}$ được viết đến bậc thập phân tương ứng. Các chữ số có nghĩa là tất cả các chữ số có trong con số, tính từ trái sang phải, kể từ chữ số khác 0 đầu tiên. *Ví dụ :* phép đo độ dài quãng đường đi được s cho giá trị trung bình $\overline{s}$ = 1,36832 m, với sai số phép đo tính được là Δs = 0,0031 m, thì kết quả đo được viết, với Δs lấy một chữ số có nghĩa, như sau :

$$s = (1,368 \pm 0,003) \text{ m}$$

6. Sai số tỉ đối

Sai số tỉ đối δA của phép đo là tỉ số giữa sai số tuyệt đối và giá trị trung bình của đại lượng cần đo, tính bằng phần trăm :

$$\delta A = \frac{\Delta A}{\overline{A}} \cdot 100\% \qquad (7.6)$$

Sai số tỉ đối càng nhỏ thì phép đo càng chính xác.

7. Cách xác định sai số của phép đo gián tiếp

Để xác định sai số của phép đo gián tiếp, ta có thể vận dụng quy tắc sau đây :

a) Sai số tuyệt đối của một tổng hay hiệu thì bằng tổng các sai số tuyệt đối của các số hạng.

b) Sai số tỉ đối của một tích hay thương thì bằng tổng các sai số tỉ đối của các thừa số.

Ví dụ : Giả sử F là đại lượng đo gián tiếp, còn X, Y, Z là những đại lượng đo trực tiếp.

– Nếu $F = X + Y - Z$ thì $\Delta F = \Delta X + \Delta Y + \Delta Z$

– Nếu $F = X\dfrac{Y}{Z}$ thì $\delta F = \delta X + \delta Y + \delta Z$

Nếu trong công thức vật lí xác định đại lượng đo gián tiếp có chứa các hằng số (*ví dụ :* π, e,...) thì hằng số phải được lấy gần đúng đến số lẻ thập phân sao cho sai số tỉ đối do phép lấy gần đúng gây ra có thể bỏ qua, nghĩa là nó phải nhỏ hơn $\frac{1}{10}$ tổng các sai số tỉ đối có mặt trong cùng công thức tính.

Ví dụ : Xác định diện tích một mặt tròn thông qua phép đo trực tiếp đường kính d của nó : $S = \dfrac{\pi d^2}{4}$. Biết $d = 50,6 \pm 0,1$ mm. Sai số tỉ đối của phép đo đại lượng S tính bằng :

$$\frac{\Delta S}{\overline{S}} = \frac{2\Delta d}{\overline{d}} + \frac{\Delta \pi}{\pi} = 0,4\% + \frac{\Delta \pi}{\pi}$$

Trong trường hợp này, phải lấy $\pi = 3,142$ để cho $\dfrac{\Delta \pi}{\pi} < 0,04\%$.

Nếu công thức xác định đại lượng đo gián tiếp tương đối phức tạp và các dụng cụ đo trực tiếp có độ chính xác tương đối cao, sai số phép đo chủ yếu gây bởi các yếu tố ngẫu nhiên, thì người ta thường bỏ qua sai số dụng cụ. Đại lượng đo gián tiếp được tính cho mỗi lần đo, sau đó lấy trung bình và tính sai số ngẫu nhiên trung bình như trong các công thức (7.1), (7.2) và (7.3).

- **Phép đo một đại lượng vật lí là phép so sánh nó với đại lượng cùng loại được quy ước làm đơn vị.**
- **Phép so sánh trực tiếp nhờ dụng cụ đo gọi là phép đo trực tiếp.**
- **Phép xác định một đại lượng vật lí thông qua một công thức liên hệ với các đại lượng đo trực tiếp, gọi là phép đo gián tiếp.**
- **Giá trị trung bình khi đo nhiều lần một đại lượng A : $\overline{A} = \dfrac{A_1 + A_2 + ... + A_n}{n}$, là giá trị gần đúng nhất với giá trị thực của đại lượng A.**
- **Sai số tuyệt đối ứng với mỗi lần đo :**

$$\Delta A_1 = |\overline{A} - A_1|\ ;\ \Delta A_2 = |\overline{A} - A_2|\ ;\ \Delta A_3 = |\overline{A} - A_3| ...$$

- Sai số ngẫu nhiên là sai số tuyệt đối trung bình của n lần đo :

$$\overline{\Delta A} = \frac{\Delta A_1 + \Delta A_2 + ... + \Delta A_n}{n}$$

- Sai số dụng cụ $\Delta A'$ có thể lấy bằng nửa hoặc một độ chia nhỏ nhất trên dụng cụ.
- Kết quả đo đại lượng A được viết dưới dạng : $A = \overline{A} \pm \Delta A$, trong đó ΔA là tổng của sai số ngẫu nhiên và sai số dụng cụ : $\Delta A = \overline{\Delta A} \pm \Delta A'$, được lấy tối đa đến hai chữ số có nghĩa, còn $\overline{A}$ được viết đến bậc thập phân tương ứng.
- Sai số tỉ đối δA của phép đo là tỉ số giữa sai số tuyệt đối và giá trị trung bình của đại lượng đo, tính bằng phần trăm : $\delta A = \frac{\Delta A}{\overline{A}}.100\%$.
- Sai số của phép đo gián tiếp, được xác định theo các quy tắc :
  - Sai số tuyệt đối của một tổng hay hiệu thì bằng tổng các sai số tuyệt đối của các số hạng ;
  - Sai số tỉ đối của một tích hay thương thì bằng tổng các sai số tỉ đối của các thừa số.

BÀI TẬP

1. Dùng một đồng hồ đo thời gian có độ chia nhỏ nhất 0,001 *s* để đo n lần thời gian rơi tự do của một vật bắt đầu từ điểm A ($v_A = 0$) đến điểm B, kết quả cho trong Bảng 7.1.

Hãy tính thời gian rơi trung bình, sai số ngẫu nhiên, sai số dụng cụ và sai số phép đo thời gian. Phép đo này là trực tiếp hay gián tiếp ? Nếu chỉ đo 3 lần ($n = 3$) thì kết quả đo bằng bao nhiêu ?

2. Dùng một thước milimét đo 5 lần khoảng cách s giữa hai điểm A, B đều cho một giá trị như nhau bằng 798 mm. Tính sai số phép đo này và viết kết quả đo.

3. Cho công thức tính vận tốc tại B :

$v = \frac{2s}{t}$ và gia tốc rơi tự do : $g = \frac{2s}{t^2}$.

Dựa vào các kết quả đo ở trên và các quy tắc tính sai số đại lượng đo gián tiếp, hãy tính *v, g, Δv, Δg, δv, δg và viết các kết quả cuối cùng ?*

Bảng 7.1

n	t	Δt_i	$\Delta t'$
1	0,398		
2	0,399		
3	0,408		
4	0,410		
5	0,406		
6	0,405		
7	0,402		
Trung bình			

8 THỰC HÀNH : KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG RƠI TỰ DO XÁC ĐỊNH GIA TỐC RƠI TỰ DO

I - MỤC ĐÍCH

Đo được thời gian rơi t của một vật trên những quãng đường đi được s khác nhau, vẽ và khảo sát đồ thị $s \sim t^2$, để rút ra kết luận về tính chất của chuyển động rơi tự do và xác định được gia tốc rơi tự do.

II - CƠ SỞ LÍ THUYẾT

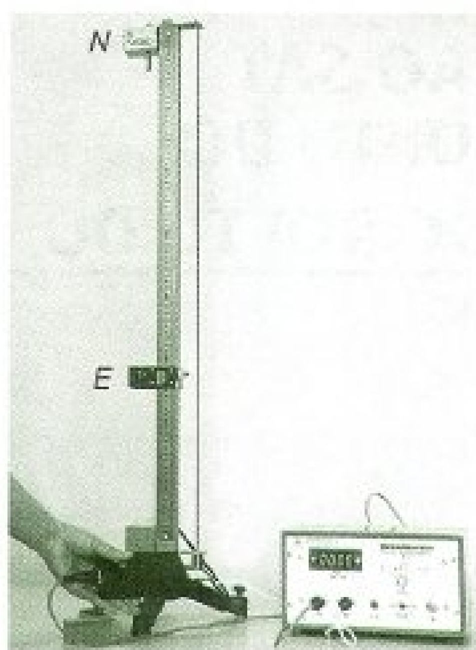
Thả một vật (trụ bằng sắt, hòn bi...) từ độ cao s trên mặt đất, vật sẽ rơi rất nhanh theo phương thẳng đứng (phương của dây dọi). Trong trường hợp này ảnh hưởng của không khí không đáng kể, vật chỉ chuyển động dưới tác dụng của trọng lực, nên có thể coi là vật rơi tự do.

Khi một vật có vận tốc ban đầu bằng không, *chuyển động thẳng nhanh dần đều* với gia tốc a, thì quãng đường đi được s sau khoảng thời gian t (tính từ lúc vật bắt đầu chuyển động) được xác định bởi công thức :

$$s = \frac{1}{2}at^2$$

Đồ thị biểu diễn quan hệ giữa s và t^2 có dạng một đường thẳng đi qua gốc toạ độ và có hệ số góc :

$$\tan\alpha = \frac{a}{2}$$



Hình 8.1. Bộ thí nghiệm đo gia tốc rơi tự do.

III - DỤNG CỤ CẦN THIẾT

1. Giá đỡ thẳng đứng có dây dọi và ba chân vít điều chỉnh thăng bằng.

2. Trụ bằng sắt làm vật rơi tự do.

3. Nam châm điện N có hộp công tắc đóng ngắt điện để giữ và thả rơi vật (Hình 8.1).

4. Cổng quang điện E (Hình 8.1).

5. Đồng hồ đo thời gian hiện số, độ chia nhỏ nhất 0,001 s (Hình 8.2).

6. Thước thẳng 800 mm gắn chặt vào giá đỡ.

7. Một chiếc ke vuông ba chiều dùng xác định vị trí đầu của vật rơi.

8. Hộp đựng cát khô (có phủ miếng vải trên mặt) để đỡ vật rơi.

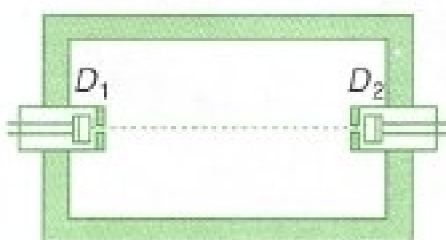


Hình 8.2. Đồng hồ đo thời gian hiện số.

IV - GIỚI THIỆU DỤNG CỤ ĐO

Đồng hồ đo thời gian hiện số (Hình 8.2) là loại dụng cụ đo thời gian chính xác cao (độ chia nhỏ nhất 0,001 ÷ 0,01 s). Nó có thể hoạt động như một đồng hồ bấm giây, được điều khiển bằng công tắc hoặc cổng quang điện.

Cổng quang điện (Hình 8.3) gồm một điôt D_1 phát ra tia hồng ngoại, và một điôt D_2 nhận tia hồng ngoại từ D_1 chiếu sang. Dòng điện cung cấp cho D_1 được lấy từ đồng hồ đo thời gian. Khi có vật chắn chùm tia hồng ngoại chiếu từ D_1 sang D_2, thì D_2 sẽ *phát ra tín hiệu* truyền theo dây dẫn đi vào đồng hồ đo thời gian, điều khiển nó hoạt động. Trên mặt đồng hồ đo thời gian có hai ổ cắm 5 chân A và B, một công tắc nhấn RESET, một núm gạt dùng chọn thang đo 9,999 s và 99,99 s, một núm chuyển mạch chọn kiểu làm việc MODE.



Hình 8.3. Cổng quang điện

Ổ *A* có 5 chân, được nối với hộp công tắc (nhờ một phích cắm 5 chân), để cấp điện cho nam châm điện hoạt động. Khi không nhấn công tắc, nam châm được cấp điện, nó hút và giữ trụ sắt. Dùng miếng ke áp sát vào trụ sắt để đọc vị trí đầu của nó trên thước. Khi nhấn công tắc, nam châm bị ngắt điện, vật được thả rơi, đồng thời bộ đếm thời gian bắt đầu đếm. Ta cần nhả nhanh công tắc trước khi vật rơi đến cổng quang điện *E*.

Ổ *B* được nối với cổng quang điện *E*, vừa cấp điện cho cổng *E*, vừa nhận tín hiệu từ *E* gửi về, làm đồng hồ đo thời gian ngừng đếm.

Công tắc nhấn RESET để đưa số chỉ của đồng hồ về giá trị 0. 000.

Đặt núm gạt chọn thang đo ở vị trí 9,999 *s*.

Chuyển mạch MODE dùng để chọn kiểu làm việc cho đồng hồ đo thời gian. Trong bài này ta đặt đồng hồ ở vị trí $A \leftrightarrow B$. Các MODE khác không dùng đến.

MODE $A \leftrightarrow B$ hoạt động như sau :

– Khi nhấn công tắc nối với ổ *A* thì đồng hồ đo bắt đầu hoạt động ;

– Khi có tín hiệu từ cổng *E* chuyển vào ổ *B* thì máy đo ngừng hoạt động.

Khoảng thời gian ngăn cách từ lúc có tín hiệu thứ nhất đến lúc có tín hiệu thứ hai được hiện trên mặt hiện số của đồng hồ.

V - LẮP RÁP THÍ NGHIỆM

Nam châm điện *N* lắp trên đỉnh giá đỡ, được nối qua công tắc vào ổ *A* của đồng hồ đo thời gian. Ổ *A* vừa cấp điện cho nam châm, vừa nhận tín hiệu từ công tắc chuyển về. Cổng *E* lắp ở dưới, được nối với ổ *B*.

Điều chỉnh vị trí thẳng đứng cho giá đỡ bằng cách quan sát quả dọi phối hợp vặn các vít ở đế ba chân, sao cho quả dọi nằm đối tâm với lỗ tròn *T*. Hộp đỡ vật rơi được đặt nằm ở phía chân giá đỡ.

Bật công tắc cấp điện cho đồng hồ đo thời gian. Cho nam châm hút giữ vật rơi. Dùng chiếc ke vuông ba chiều áp sát đáy vật rơi để xác định vị trí đầu s_0 của vật. Ghi giá trị s_0 vào Bảng 8.1.

Có thể điều chỉnh dịch chuyển nam châm điện sao cho vị trí s_0 trùng với vạch 0 trên thước đo.

VI - TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM

Đo thời gian rơi ứng với các khoảng cách s khác nhau

1. Nới lỏng vít và dịch cổng quang điện E về phía dưới cách s_0 một khoảng $s = 0,050$ m. Ấn nút RESET trên mặt đồng hồ để đưa chỉ thị số về giá trị 0. 000.

Ấn nút trên hộp công tắc để thả vật rơi, rồi *nhả nhanh nút trước khi vật rơi đến cổng quang điện E*. Ghi thời gian rơi của vật vào Bảng 8.1. Lặp lại phép đo trên thêm 4 lần, ghi vào Bảng 8.1.

Thời gian một vật rơi tự do không vận tốc đầu trên quãng đường 0,050 m vào khoảng 0,1 s. Như vậy, để cổng quang điện E có thể tác động khi vật rơi đến E, thời gian nhấn và nhả công tắc kép phải nhỏ hơn 0,1 s.

Để thực hiện được động tác này, học sinh có thể bấm thử công tắc kép như sau : Xoay chuyển mạnh MODE của đồng hồ đo thời gian về vị trí A. Nhấn và nhả nhanh công tắc kép, quan sát thời gian chỉ thị trên đồng hồ.

2. Nới lỏng vít và dịch cổng quang điện E về phía dưới, cách vị trí s_0 một khoảng $s = 0,200$; 0,450 ; 0,800 m. Ứng với mỗi khoảng cách s, thả vật rơi và ghi thời gian tương ứng vào Bảng 8.1. Lặp lại phép đo này thêm 4 lần.

3. *Kết thúc thí nghiệm :* Nhấn khoá K, tắt điện đồng hồ đo thời gian hiện số.

BÁO CÁO THỰC HÀNH

Họ và tên : . . . . ; Lớp : . . . . ; Ngày : . . . .

Tên bài thực hành : . . . .

1. Trả lời câu hỏi : Sự rơi tự do là gì ? Nêu đặc điểm của chuyển động rơi tự do và viết công thức tính gia tốc rơi tự do ? . . . .

. . . .

. . . .

2. Kết quả

Bảng 8.1. *Khảo sát chuyển động rơi tự do : Đo thời gian rơi ứng với các khoảng cách s khác nhau.*

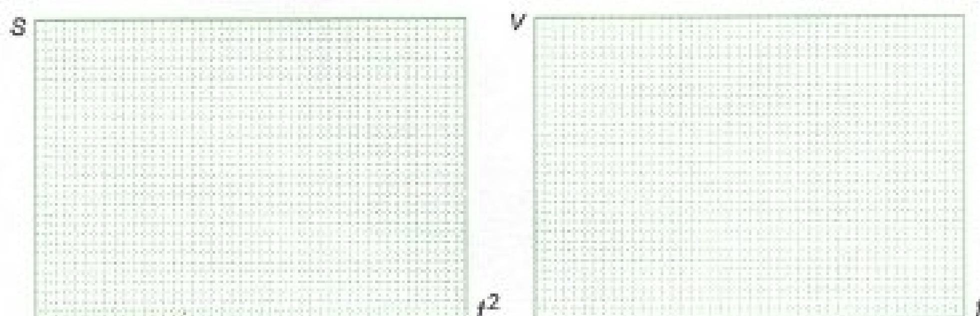
Vị trí đầu của vật rơi : s_0 =..................(mm)

Lần đo / s(m)	Thời gian rơi t (s)					$\overline{t_i}$	$\overline{t_i^2}$	$g_i = \dfrac{2s_i}{\overline{t_i^2}}$	$v_i = \dfrac{2s_i}{\overline{t_i}}$
	1	2	3	4	5				
0,050									
0,200									
0,450									
0,800									

Theo Bảng 8.1 : Khảo sát chuyển động rơi tự do

Tính $\overline{t}$, $\overline{t^2}$ ứng với mỗi cặp giá trị (s, t) và ghi vào Bảng 8.1.

Vẽ đồ thị : Dựa vào kết quả trong Bảng 8.1, chọn tỉ lệ thích hợp trên các trục tung và trục hoành để vẽ đồ thị $s = s(t^2)$.



a) Nhận xét : Đồ thị $s = s(t^2)$ có dạng một đường.................. Như vậy chuyển động của vật rơi tự do là chuyển động..................................

b) Khi đã xác định được chuyển động rơi tự do là một chuyển động nhanh dần đều, ta có thể xác định các giá trị của g theo công thức $g = \frac{2s}{t^2}$ và vận tốc của vật rơi tại cổng E theo công thức : $v = \frac{2s}{t}$ ứng với mỗi lần đo. Hãy tính các giá trị trên và ghi vào Bảng 8.1.

c) Vẽ đồ thị $v = v(t)$ dựa trên các số liệu của Bảng 8.1, để một lần nữa nghiệm lại tính chất của chuyển động rơi tự do.

Đồ thị $v = v(t)$ có dạng một đường.........., tức là vận tốc rơi tự do............ theo thời gian. Vậy chuyển động của vật rơi tự do là chuyển động.....................

d) Tính $\overline{g} = \frac{g_1 + g_2 + g_3 + g_4}{4} = ...$

và $\Delta g_1 = |\overline{g} - g_1|$; $\Delta g_2 = |\overline{g} - g_2|$;...

e) Viết kết quả của phép đo gia tốc rơi tự do :

$g = \overline{g} \pm (\Delta g)_{max} =$ .... ± ....(m/s^2)

CÂU HỎI

1. Khi tính g theo cách nêu trên, ta đã quan tâm chủ yếu đến loại sai số nào và bỏ qua không tính đến loại sai số nào ? Vì sao ?

2. Em có thể đề xuất một phương án thí nghiệm khác, vẫn dùng các dụng cụ nêu trên, để đo g đạt kết quả chính xác hơn.

TỔNG KẾT CHƯƠNG I
ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM

I - CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

1. Chuyển động. Chất điểm. Quỹ đạo

2. Hệ quy chiếu :
- hệ toạ độ : vật làm mốc, hệ trục toạ độ.
- đồng hồ, mốc thời gian.

3. Tốc độ trung bình : $v_{tb} = \frac{s}{t}$
- s là quãng đường đi được.
- t là thời gian chuyển động.

4. Vận tốc tức thời : $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$; Δs và Δt rất ngắn.

5. Gia tốc : $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$; Δt rất ngắn.

II - CÁC DẠNG CHUYỂN ĐỘNG ĐƠN GIẢN

1. Chuyển động thẳng đều	2. Chuyển động thẳng biến đổi đều	3. Chuyển động tròn đều
Quỹ đạo là đường thẳng. Gia tốc bằng không. Vận tốc có phương, chiều, độ lớn không đổi. Công thức tính quãng đường đi được : $s = vt$ Phương trình chuyển động : $x = x_0 + vt$	Quỹ đạo là đường thẳng. Gia tốc có phương, chiều, độ lớn không đổi. Vận tốc có phương, chiều không đổi ; độ lớn tăng (giảm) đều theo thời gian. $v = v_0 + at$ Nhanh dần đều : a và v_0 cùng dấu.	Quỹ đạo là đường tròn. Gia tốc luôn hướng vào tâm đường tròn, có độ lớn không đổi. $a_{ht} = \frac{v^2}{r} = r\omega^2$ Vận tốc luôn nằm theo tiếp tuyến với đường tròn, độ lớn không đổi.

	Chậm dần đều : a và v_0 trái dấu. Công thức tính quãng đường đi được: $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ Phương trình chuyển động : $x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$	Tốc độ góc ω *không đổi*. Công thức liên hệ giữa tốc độ dài và tốc độ góc : $v = r\omega$ Công thức liên hệ giữa chu kì và tốc độ góc : $T = \frac{2\pi}{\omega}$ Công thức liên hệ giữa chu kì và tần số : $f = \frac{1}{T}$
Đồ thị toạ độ - thời gian x, x_0, O, t	Đồ thị vận tốc - thời gian v, v_0, O, t	

4. Sự rơi tự do

Sự rơi tự do là sự rơi chỉ dưới tác dụng của trọng lực.

Sự rơi của các vật trong đó bỏ qua được ảnh hưởng của không khí là sự rơi tự do.

Chuyển động rơi tự do là chuyển động thẳng nhanh dần đều, theo phương thẳng đứng, chiều từ trên xuống.

Tại một nơi trên Trái Đất và ở gần mặt đất, mọi vật rơi tự do như nhau với cùng gia gốc : $g = 9{,}8$ m/s^2

Công thức vận tốc : $v = gt$

Công thức tính quãng đường đi được : $s = \frac{1}{2}gt^2$

III - TÍNH TƯƠNG ĐỐI CỦA CHUYỂN ĐỘNG

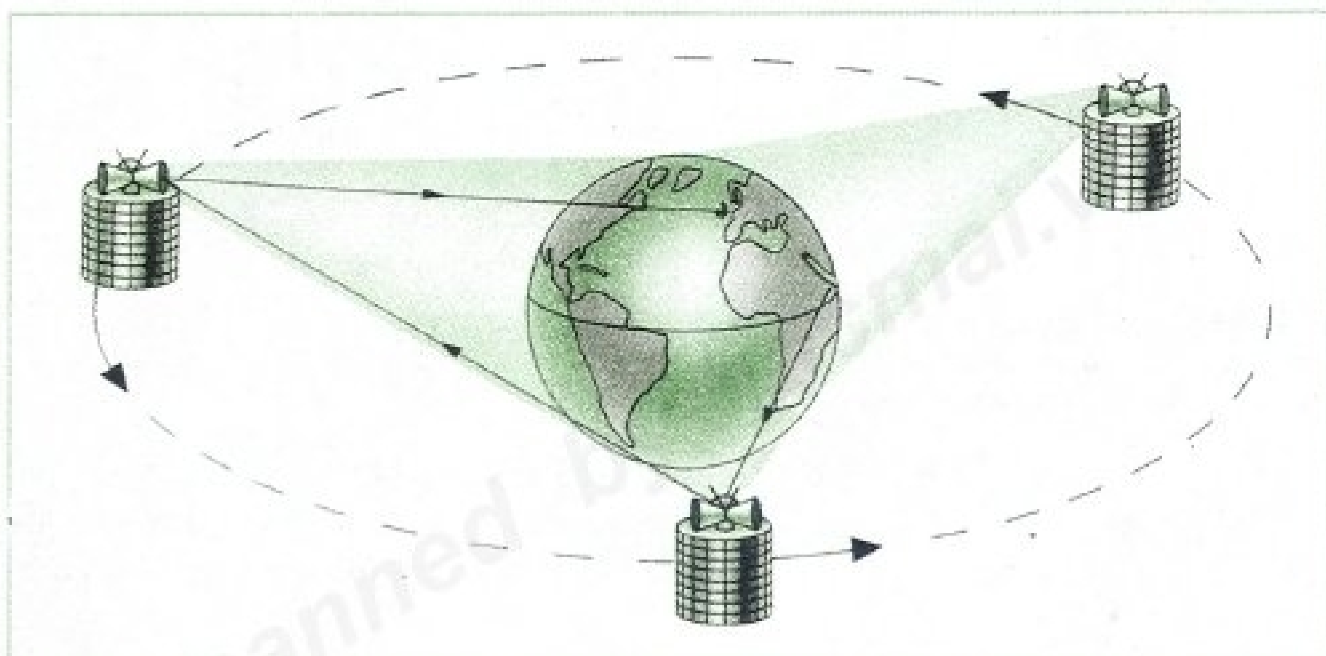
Hình dạng quỹ đạo và vận tốc của vật phụ thuộc vào hệ quy chiếu.

Vectơ vận tốc tuyệt đối bằng tổng vectơ của vận tốc tương đối và vận tốc kéo theo :

$$\vec{v}_{1,3} = \vec{v}_{1,2} + \vec{v}_{2,3}$$

CHƯƠNG II

Động lực học chất điểm



Vệ tinh viễn thông

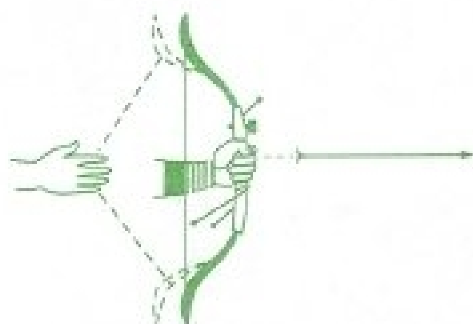


I. Niu-tơn
(Isaac Newton,
1642 - 1727)
Nhà vật lí người Anh

- Tổng hợp và phân tích lực. Điều kiện cân bằng của chất điểm
- Ba định luật Niu-tơn
- Khối lượng và quán tính
- Các lực cơ : lực hấp dẫn, lực đàn hồi, lực ma sát, lực hướng tâm
- Chuyển động ném ngang

Chúng ta đều muốn biết vì sao vật này đứng yên, vật kia chuyển động ? Vì sao vật này chuyển động thẳng đều, vật kia chuyển động có gia tốc ? Để tìm câu trả lời, chúng ta sẽ xét mối liên quan giữa chuyển động và lực.

9 TỔNG HỢP VÀ PHÂN TÍCH LỰC ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG CỦA CHẤT ĐIỂM

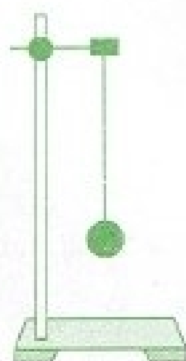


Hình 9.1

C1 Vật nào tác dụng vào cung làm cung biến dạng ? Vật nào tác dụng vào mũi tên làm mũi tên bay đi (Hình 9.1) ?



Hình 9.2. Đường thẳng AB mang vectơ lực $\vec{F}$ gọi là giá của lực $\vec{F}$.



Hình 9.3

C2 Vẽ các lực cân bằng tác dụng lên quả cầu (Hình 9.3). Các lực này do những vật nào gây ra ?

I - LỰC. CÂN BẰNG LỰC

Ở Trung học cơ sở ta đã học lực và cân bằng lực. Với khái niệm *gia tốc* ở chương trên, ta có thể đưa ra *định nghĩa* về lực và các lực cân bằng như sau :

1. ***Lực là đại lượng vectơ đặc trưng cho tác dụng của vật này lên vật khác mà kết quả là gây ra gia tốc cho vật hoặc làm cho vật biến dạng.*** **C1**

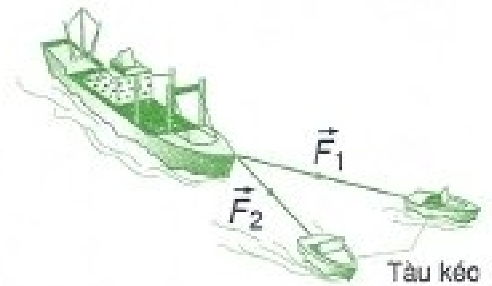
2. ***Các lực cân bằng là các lực khi tác dụng đồng thời vào một vật thì không gây ra gia tốc cho vật.***

3. Đường thẳng mang vectơ lực gọi là *giá* của lực (Hình 9.2). Hai lực cân bằng là hai lực cùng tác dụng lên một vật, cùng giá, cùng độ lớn và ngược chiều. **C2**

4. Đơn vị của lực là niutơn (N).

II - TỔNG HỢP LỰC

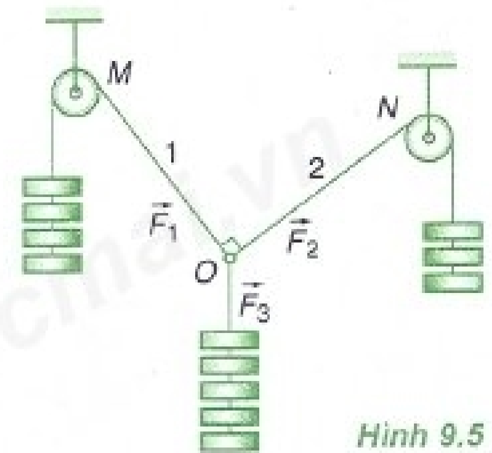
Trong toán học, muốn tìm vectơ $\vec{C}$ là tổng của hai vectơ $\vec{A}$ và $\vec{B}$ ($\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$) ta phải áp dụng quy tắc hình bình hành. Đó là tính chất căn bản của các đại lượng vectơ. Vậy khi ta nói lực là một đại lượng vectơ thì nó có tính chất này không (Hình 9.4) ?



Hình 9.4

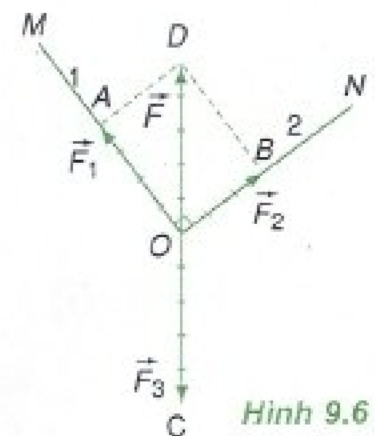
1. Thí nghiệm

a) Ta bố trí một thí nghiệm như ở Hình 9.5 trên một tấm bảng đặt thẳng đứng. Vòng nhẫn O (coi như chất điểm) đứng yên dưới tác dụng của ba lực $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ và $\vec{F}_3$ (có độ lớn bằng trọng lượng của ba nhóm quả cân).



Hình 9.5

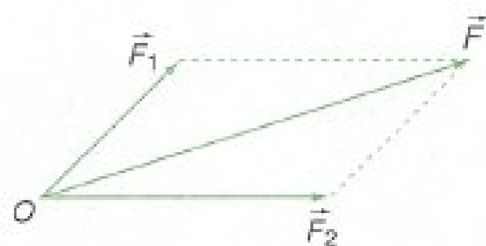
b) Vẽ trên bảng ba vectơ biểu diễn ba lực đó (chọn tỉ xích là 1 đơn vị độ dài ứng với trọng lượng của một quả cân). Vectơ $\overrightarrow{OA}$ biểu diễn lực $\vec{F}_1$, vectơ $\overrightarrow{OB}$ biểu diễn lực $\vec{F}_2$ và vectơ $\overrightarrow{OC}$ biểu diễn lực $\vec{F}_3$. Vì hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ cân bằng với lực $\vec{F}_3$ nên muốn cho vòng nhẫn vẫn đứng yên thì lực thay thế chúng phải là một vectơ $\vec{F}$ (được biểu diễn bằng vectơ $\overrightarrow{OD}$) có độ lớn $F = F_3$ và ngược hướng với vectơ $\vec{F}_3$. Ta nhận thấy tứ giác $OADB$ là một hình bình hành (ở đây là hình chữ nhật) với OA và OB là hai cạnh, còn OD là đường chéo (Hình 9.6).



Hình 9.6

c) Thay đổi độ lớn và hướng của các lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$, thì khi vòng nhẫn đứng yên ta vẫn có nhận xét như thế. **C3**

C3 Từ thí nghiệm trên ta rút ra được kết luận gì về tính chất của lực ?



Hình 9.7. Tổng hợp hai lực đồng quy.

C4 Trong trường hợp có nhiều lực đồng quy thì vận dụng quy tắc này như thế nào ?

2. Định nghĩa

Tổng hợp lực là thay thế các lực tác dụng đồng thời vào cùng một vật bằng một lực có tác dụng giống hệt như các lực ấy.

Lực thay thế này gọi là *hợp lực*.

3. Quy tắc hình bình hành

Nếu hai lực đồng quy làm thành hai cạnh của một hình bình hành, thì đường chéo kẻ từ điểm đồng quy biểu diễn hợp lực của chúng (Hình 9.7).

Về mặt toán học, ta viết : $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$.

C4

III - ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG CỦA CHẤT ĐIỂM

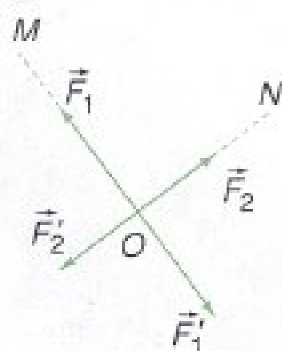
Với khái niệm hợp lực, ta có thể phát biểu điều kiện cân bằng của chất điểm như sau :

Muốn cho một chất điểm đứng cân bằng thì hợp lực của các lực tác dụng lên nó phải bằng không.

$$\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + ... = \vec{0}$$

IV - PHÂN TÍCH LỰC

1. Ta có thể giải thích sự cân bằng của vòng nhẫn O theo một cách khác. Lực $\vec{F_3}$ trong thí nghiệm ở Hình 9.5 có hai tác dụng. Một mặt nó kéo dây 1 theo hướng MO, mặt khác nó kéo dây 2 theo hướng NO. Do đó, ta có thể thay thế lực $\vec{F_3}$ bằng hai lực $\vec{F_1}'$ và $\vec{F_2}'$ theo hai phương MO và NO. Hai lực này cân bằng với hai lực $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$ (Hình 9.8).



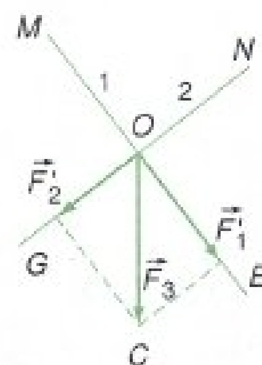
Hình 9.8

2. Định nghĩa

Phân tích lực là thay thế một lực bằng hai hay nhiều lực có tác dụng giống hệt như lực đó.

Các lực thay thế này gọi là các *lực thành phần*.

3. Muốn phân tích lực $\vec{F}_3$ thành hai lực thành phần $\vec{F}_1'$ và $\vec{F}_2'$ theo hai phương MO và NO, ta làm như sau : Từ đầu mút C của vectơ $\vec{F}_3$ ta kẻ hai đường thẳng song song với hai phương đó, chúng cắt những phương này tại các điểm E và G. Các vectơ $\overrightarrow{OE}$ và $\overrightarrow{OG}$ biểu diễn các lực thành phần $\vec{F}_1'$ và $\vec{F}_2'$ (Hình 9.9).



Hình 9.9

4. Chú ý

Phân tích lực là phép làm ngược lại với tổng hợp lực, do đó nó cũng tuân theo quy tắc hình bình hành. Tuy nhiên, *chỉ khi biết một lực có tác dụng cụ thể theo hai phương nào thì mới phân tích lực đó theo hai phương ấy.*

- Lực là đại lượng vectơ đặc trưng cho tác dụng của vật này vào vật khác mà kết quả là gây ra gia tốc cho vật hoặc làm cho vật biến dạng.
- Đường thẳng mang vectơ lực gọi là giá của lực.
- Đơn vị của lực là niutơn (N).
- Tổng hợp lực là thay thế các lực tác dụng đồng thời vào cùng một vật bằng một lực có tác dụng giống hệt như các lực ấy. Lực thay thế này gọi là hợp lực.
- Quy tắc hình bình hành : Nếu hai lực đồng quy làm thành hai cạnh của một hình bình hành, thì đường chéo kẻ từ điểm đồng quy biểu diễn hợp lực của chúng.
- Điều kiện cân bằng của một chất điểm là hợp lực của các lực tác dụng lên nó phải bằng không :

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + ... = \vec{0}.$$

- Phân tích lực là thay thế một lực bằng hai hay nhiều lực có tác dụng giống hệt như lực đó.
- Phân tích một lực thành hai lực thành phần đồng quy phải tuân theo quy tắc hình bình hành.
- Chỉ khi biết một lực có tác dụng cụ thể theo hai phương nào thì mới phân tích lực theo hai phương ấy.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Phát biểu định nghĩa của lực và điều kiện cân bằng của một chất điểm.

2. Tổng hợp lực là gì ? Phát biểu quy tắc hình bình hành.

3. Hợp lực $\vec{F}$ của hai lực đồng quy $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$ có độ lớn phụ thuộc vào những yếu tố nào ?

4. Phân tích lực là gì ? Nêu cách phân tích một lực thành hai lực thành phần đồng quy theo hai phương cho trước.

5. Cho hai lực đồng quy có độ lớn bằng 9 N và 12 N.

   a) Trong số các giá trị sau đây, giá trị nào là độ lớn của hợp lực ?

   A. 1 N ; B. 2 N ;
   C. 15 N ; D. 25 N.

   b) Góc giữa hai lực đồng quy bằng bao nhiêu ?

6. Cho hai lực đồng quy có cùng độ lớn 10 N.

   a) Góc giữa hai lực bằng bao nhiêu thì hợp lực cũng có độ lớn bằng 10 N ?

   A. 90° ; B. 120° ;
   C. 60° ; D. 0°.

   b) Vẽ hình minh hoạ.

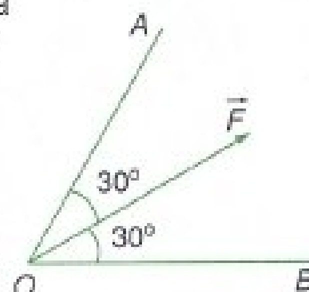
7. Phân tích lực $\vec{F}$ thành hai lực $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$ theo hai phương *OA* và *OB* (Hình 9.10). Giá trị nào sau đây là độ lớn của hai lực thành phần ?

   A. $F_1 = F_2 = F$;

   B. $F_1 = F_2 = \frac{1}{2}F$;

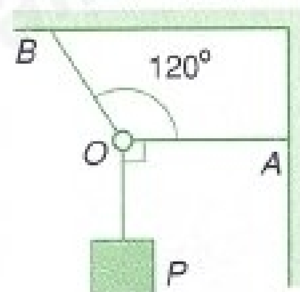
   C. $F_1 = F_2 = 1,15F$;

   D. $F_1 = F_2 = 0,58F$.



Hình 9.10

8. Một vật có trọng lượng P = 20 N được treo vào một vòng nhẫn *O* (coi là chất điểm). Vòng nhẫn được giữ yên bằng hai dây *OA* và *OB* (Hình 9.11). Biết dây *OA* nằm ngang và hợp với dây *OB* một góc 120°. Tìm lực căng của hai dây *OA* và *OB*.



Hình 9.11

9. Em hãy đứng vào giữa hai chiếc bàn đặt gần nhau, mỗi tay đặt lên một bàn rồi dùng sức chống tay để nâng người lên khỏi mặt đất. Em làm lại như thế vài lần, mỗi lần đẩy hai bàn ra xa nhau một chút. Hãy báo cáo kinh nghiệm mà em thu được.

10 BA ĐỊNH LUẬT NIU-TƠN

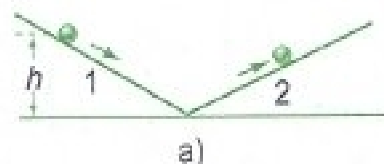
I - ĐỊNH LUẬT I NIU-TƠN

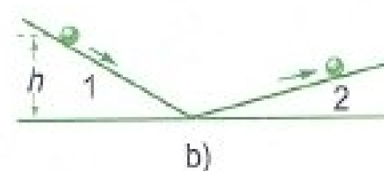
Lực có cần thiết để duy trì chuyển động của một vật hay không ? Để trả lời câu hỏi này, ta hãy thử đẩy một quyển sách trên bàn. Ta phải đẩy thì nó mới chuyển động và khi ngừng đẩy thì nó dừng lại. Hiện nay ai cũng biết có lực ma sát cản trở chuyển động của vật. Nhưng nếu đặt mình vào thời đại mà mọi người còn chưa biết đến ma sát, thì ta sẽ tin ngay rằng lực là cần thiết để duy trì chuyển động của vật. Người đầu tiên không tin như vậy, đó là nhà vật lí Ga-li-lê.

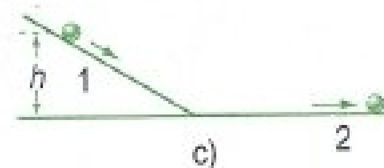
1. Thí nghiệm lịch sử của Ga-li-lê

Ga-li-lê là người đầu tiên đã làm thí nghiệm để nghiên cứu chuyển động. Ông dùng hai máng nghiêng giống như máng nước, bố trí như Hình 10.1 rồi thả một hòn bi cho lăn xuống theo máng nghiêng 1. Ông nhận thấy hòn bi lăn ngược lên máng 2 đến một độ cao gần bằng độ cao ban đầu (Hình 10.1a). Khi hạ thấp độ nghiêng của máng 2, ông thấy hòn bi lăn trên máng 2 được một đoạn đường dài hơn (Hình 10.1b). Ông cho rằng, hòn bi không lăn được đến độ cao ban đầu là vì có *ma sát*. Ông *tiên đoán rằng, nếu không có ma sát và nếu máng 2 nằm ngang thì hòn bi sẽ lăn với vận tốc không đổi mãi mãi* (Hình 10.1c).

Như vậy, bằng thực nghiệm Ga-li-lê đã phát hiện ra một loại lực "giấu mặt" là lực ma sát và tin rằng nếu không có ma sát thì không cần đến lực để duy trì chuyển động của một vật.







Hình 10.1

Thí nghiệm của Ga-li-lê để nghiên cứu chuyển động.

2. Định luật I Niu-tơn

Về sau, Niu-tơn đã khái quát các kết quả quan sát và thí nghiệm thành định luật sau đây, gọi là *định luật I Niu-tơn :*

Nếu một vật không chịu tác dụng của lực nào hoặc chịu tác dụng của các lực có hợp lực bằng không, thì vật đang đứng yên sẽ tiếp tục đứng yên, đang chuyển động sẽ tiếp tục chuyển động thẳng đều.

3. Quán tính

Định luật I cho phép ta phát hiện ra rằng, mọi vật đều có một tính chất mà nhờ nó vật tiếp tục chuyển động được, ngay cả khi các lực tác dụng vào vật mất đi. Tính chất ấy gọi là *quán tính*.

Quán tính là tính chất của mọi vật có xu hướng bảo toàn vận tốc cả về hướng và độ lớn.

Định luật I được gọi là *định luật quán tính* và *chuyển động thẳng đều* được gọi là *chuyển động theo quán tính*. **C1**

C1 Tại sao xe đạp chạy được thêm một quãng đường nữa mặc dù ta đã ngừng đạp ? Tại sao khi nhảy từ bậc cao xuống, ta phải gập chân lại ?

II – ĐỊNH LUẬT II NIU-TƠN

Ta hãy hình dung phải đẩy một chiếc xe ô tô bị hỏng máy trên đường bằng phẳng. Nếu ít người đẩy thì chỉ gây ra cho xe một gia tốc nhỏ đến nỗi phải mất một thời gian dài thì ta mới nhận thấy sự tăng tốc độ của nó. Nhưng nếu nhiều người đẩy thì hợp lực tác dụng vào xe sẽ lớn hơn nhiều và xe sẽ chuyển động nhanh đến mức ta phải chạy theo xe. Đó là vì lực lớn hơn gây ra cho xe một gia tốc lớn hơn.

Kinh nghiệm còn cho thấy rằng, khối lượng của vật cũng ảnh hưởng đến gia tốc của nó. Cùng chịu một lực, vật nào có khối lượng nhỏ hơn sẽ thu được gia tốc lớn hơn và sẽ chuyển động nhanh hơn.

Tuy nhiên mối liên hệ định lượng giữa gia tốc, lực và khối lượng như thế nào thì ta còn chưa biết.

1. Định luật II Niu-tơn

Từ những quan sát và thí nghiệm (bao gồm cả những quan sát thiên văn), Niu-tơn đã xác định được mối liên hệ giữa gia tốc, lực và khối lượng của vật (coi là chất điểm) và nêu lên thành định luật sau đây, gọi là *định luật II Niu-tơn* :

Gia tốc của một vật cùng hướng với lực tác dụng lên vật. Độ lớn của gia tốc tỉ lệ thuận với độ lớn của lực và tỉ lệ nghịch với khối lượng của vật.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \text{ hay } \vec{F} = m\vec{a} \qquad (10.1)$$

Trong trường hợp vật chịu nhiều lực tác dụng $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3...$ thì $\vec{F}$ là hợp lực của các lực đó :

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3...$$

2. Khối lượng và mức quán tính

a) Định nghĩa

Lúc đầu khối lượng chỉ được hiểu là một đại lượng dùng để chỉ lượng chất chứa trong vật. Nhưng định luật II Niu-tơn còn cho ta một cách hiểu mới về khối lượng. C2

Thật vậy, theo định luật II Niu-tơn, khối lượng còn được dùng để chỉ *mức quán tính* của vật. Cách hiểu mới này cho phép ta so sánh khối lượng của các vật bất kì, dù làm bằng cùng một chất hay làm bằng các chất khác nhau. Cứ vật nào có mức quán tính lớn hơn thì có khối lượng lớn hơn và ngược lại. Từ đó ta có định nghĩa :

Khối lượng là đại lượng đặc trưng cho mức quán tính của vật. C3

b) Tính chất của khối lượng

– Khối lượng là một đại lượng vô hướng, dương và không đổi đối với mỗi vật.

– Khối lượng có tính chất cộng : Khi nhiều vật được ghép lại thành một hệ vật thì khối lượng của hệ bằng tổng khối lượng của các vật đó.

Bảng 1.1. Độ lớn của một số lực

Trọng lượng của quả cân 1 kg :	9,8 N
Lực kéo của một người đàn ông cố gắng vừa phải :	200 N
Lực kéo của con ngựa :	
- cố gắng vừa phải :	700 N
- cố gắng hết sức :	4 000 N
Lực kéo của một ô tô trên đường phẳng :	1 000 N
Lực hút của một nam châm điện lớn :	30 000 N
Lực kéo của một đầu máy xe lửa :	200 000 N

C2 Cho hai vật chịu tác dụng của những lực có độ lớn bằng nhau. Hãy vận dụng định luật II Niu-tơn để suy ra rằng, vật nào có khối lượng lớn hơn thì khó làm thay đổi vận tốc của nó hơn, tức là có mức quán tính lớn hơn.

C3 Tại sao máy bay phải chạy một quãng đường dài trên đường băng mới cất cánh được ?

3. Trọng lực. Trọng lượng

a) Trọng lực là lực của Trái Đất tác dụng vào các vật, gây ra cho chúng gia tốc rơi tự do. Trọng lực được kí hiệu là $\vec{P}$.

Ở gần Trái Đất, trọng lực có phương thẳng đứng, có chiều từ trên xuống và đặt vào một điểm đặc biệt của mỗi vật, gọi là *trọng tâm* của vật.

b) Độ lớn của trọng lực tác dụng lên một vật gọi là *trọng lượng* của vật, kí hiệu là P.

c) Công thức của trọng lực

Áp dụng định luật II Niu-tơn vào trường hợp một vật rơi tự do, ta tìm được công thức của trọng lực :

$$\vec{P} = m\vec{g} \quad (10.2)$$

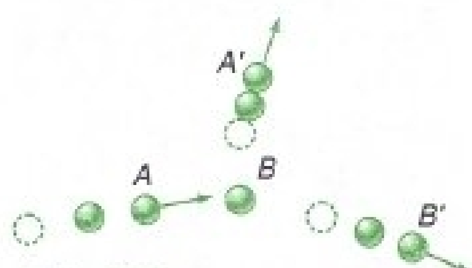
C4 Hãy giải thích tại sao ở cùng một nơi ta luôn có $\frac{P_1}{P_2} = \frac{m_1}{m_2}$.

III - ĐỊNH LUẬT III NIU-TƠN

1. Sự tương tác giữa các vật

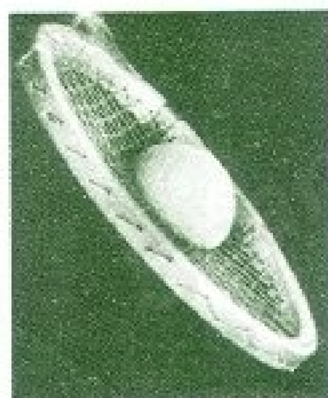
Ta hãy xét một vài ví dụ :

a) Bắn một hòn bi A vào một hòn bi B đang đứng yên, ta thấy bi B lăn đi, đồng thời chuyển động của bi A cũng bị thay đổi (Hình 10.2).



Hình 10.2

b) Hình 10.3 chụp một cái vợt đang đập vào một quả bóng tennit. Ta thấy cả quả bóng và mặt vợt đều bị biến dạng.


Hình 10.3

c) Hai người trượt băng đang đứng sát nhau (Hình 10.4). Một người dùng tay đẩy người kia cho chuyển động về phía trước thì thấy chính mình cũng bị đẩy về phía sau.


Hình 10.4

2. Định luật

Từ những quan sát và thí nghiệm về sự tương tác giữa các vật (bao gồm cả các quan sát thiên văn), Niu-tơn đã phát hiện ra định luật, gọi là *định luật III Niu-tơn* :

Trong mọi trường hợp, khi vật A tác dụng lên vật B một lực, thì vật B cũng tác dụng lại vật A một lực. Hai lực này có cùng giá, cùng độ lớn, nhưng ngược chiều.

$$\vec{F}_{B\rightarrow A} = -\vec{F}_{A\rightarrow B}$$

$$\text{hay } \vec{F}_{BA} = -\vec{F}_{AB} \quad (10.3)$$

3. Lực và phản lực

Một trong hai lực tương tác giữa hai vật gọi là *lực tác dụng* còn lực kia gọi là *phản lực*.

a) Lực và phản lực có những đặc điểm gì ?

C5

– Lực và phản lực luôn luôn xuất hiện (hoặc mất đi) đồng thời.

– Lực và phản lực có cùng giá, cùng độ lớn, nhưng ngược chiều. Hai lực có đặc điểm như vậy gọi là *hai lực trực đối*.

– Lực và phản lực không cân bằng nhau vì chúng đặt vào hai vật khác nhau.

b) Ví dụ

Khi ta muốn bước chân phải về phía trước thì chân trái phải đạp vào mặt đất một lực $\vec{F}'$ hướng về phía sau. Ngược lại, đất cũng đẩy lại chân ta một phản lực $\vec{F} = -\vec{F}'$ hướng về phía trước (Hình 10.6). Vì Trái Đất có khối lượng rất lớn nên lực của ta không gây ra cho Trái Đất một gia tốc nào đáng kể. Còn ta có khối lượng nhỏ hơn khối lượng Trái Đất rất nhiều, nên phản lực của mặt đất gây ra cho ta một gia tốc, làm ta chuyển động về phía trước.

c) Ghi chú : Khi xét tương tác giữa hai vật thì hai vật đó tạo thành một hệ. Lực tương tác giữa hai vật được gọi là *nội lực*. Các lực khác tác dụng lên hai vật gọi là các *ngoại lực*.

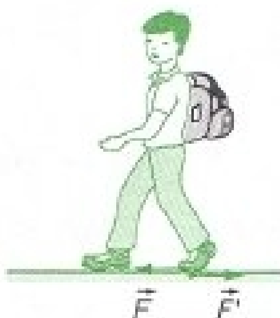
C5 Hãy vận dụng định luật III Niu-tơn vào ví dụ dùng búa đóng đinh vào một khúc gỗ (Hình 10.5) để trả lời các câu hỏi sau đây :

– Có phải búa tác dụng lực lên đinh còn đinh không tác dụng lực lên búa ? Nói một cách khác, lực có thể xuất hiện đơn lẻ được không ?

– Nếu đinh tác dụng lên búa một lực có độ lớn bằng lực mà búa tác dụng lên đinh thì tại sao đinh lại không đứng yên ? Nói một cách khác, cặp "lực và phản lực" có cân bằng nhau không ?



Hình 10.5



Hình 10.6

- **Định luật I Niu-tơn :** Nếu không chịu tác dụng của lực nào hoặc chịu tác dụng của các lực có hợp lực bằng không, thì vật đang đứng yên sẽ tiếp tục đứng yên, đang chuyển động sẽ tiếp tục chuyển động thẳng đều.
- Quán tính là tính chất của mọi vật có xu hướng bảo toàn vận tốc cả về hướng và độ lớn.
- Chuyển động thẳng đều được gọi là chuyển động theo quán tính.
- **Định luật II Niu-tơn :**

Gia tốc của một vật cùng hướng với lực tác dụng lên vật. Độ lớn của gia tốc tỉ lệ thuận với độ lớn của lực và tỉ lệ nghịch với khối lượng của vật.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \text{ hay } \vec{F} = m\vec{a}$$

(Trong trường hợp vật chịu nhiều lực tác dụng thì $\vec{F}$ là hợp lực của các lực đó).

- Khối lượng là đại lượng vô hướng, đặc trưng cho mức quán tính của các vật.
- Trọng lực là lực của Trái Đất tác dụng vào các vật, gây ra cho chúng gia tốc rơi tự do. Độ lớn của trọng lực tác dụng lên một vật gọi là trọng lượng của vật.

Công thức của trọng lực : $\vec{P} = m\vec{g}$.

- **Định luật III Niu-tơn :**

Trong mọi trường hợp, khi vật *A* tác dụng lên vật *B* một lực, thì vật *B* cũng tác dụng lại vật *A* một lực. Hai lực này có cùng giá, cùng độ lớn, nhưng ngược chiều.

$$\vec{F}_{B-A} = -\vec{F}_{A-B} \text{ hay } \vec{F}_{BA} = -\vec{F}_{AB}$$

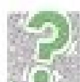
- Trong tương tác giữa hai vật, một lực gọi là lực tác dụng, còn lực kia gọi là phản lực. Cặp lực và phản lực có những đặc điểm sau đây :

– Lực và phản lực luôn luôn xuất hiện (hoặc mất đi) đồng thời.

– Lực và phản lực là hai lực trực đối.

– Lực và phản lực không cân bằng nhau vì chúng đặt vào hai vật khác nhau.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Phát biểu định luật I Niu-tơn. Quán tính là gì ?
2. Phát biểu và viết hệ thức của định luật II Niu-tơn.
3. Nêu định nghĩa và các tính chất của khối lượng.
4. Trọng lượng của một vật là gì ? Viết công thức của trọng lực tác dụng lên một vật.
5. Phát biểu và viết hệ thức của định luật III Niu-tơn.
6. Nêu những đặc điểm của cặp "lực và phản lực" trong tương tác giữa hai vật.

7. Một vật đang chuyển động với vận tốc 3 m/s. Nếu bỗng nhiên các lực tác dụng lên nó mất đi thì

A. vật dừng lại ngay.

B. vật đổi hướng chuyển động.

C. vật chuyển động chậm dần rồi mới dừng lại.

D. vật tiếp tục chuyển động theo hướng cũ với vận tốc 3 m/s.

Chọn đáp án đúng.

8. Câu nào đúng ?

A. Nếu không chịu lực nào tác dụng thì mọi vật phải đứng yên.

B. Khi không còn lực nào tác dụng lên vật nữa, thì vật đang chuyển động sẽ lập tức dừng lại.

C. Vật chuyển động được là nhờ có lực tác dụng lên nó.

D. Khi thấy vận tốc của vật thay đổi thì chắc chắn là đã có lực tác dụng lên vật.

9. Một vật đang nằm yên trên mặt bàn nằm ngang. Tại sao ta có thể khẳng định rằng bàn đã tác dụng một lực lên nó ?

10. Trong các cách viết hệ thức của định luật II Niu-tơn sau đây, cách viết nào đúng ?

A. $\vec{F} = ma$; B. $\vec{F} = -m\vec{a}$;

C. $\vec{F} = m\vec{a}$; D. $-\vec{F} = m\vec{a}$.

11. Một vật có khối lượng 8,0 kg trượt xuống một mặt phẳng nghiêng nhẵn với gia tốc 2,0 m/s^2. Lực gây ra gia tốc này bằng bao nhiêu ? So sánh độ lớn của lực này với trọng lượng của vật. Lấy g = 10 m/s^2.

A. 1,6 N, nhỏ hơn.

B. 16N, nhỏ hơn.

C. 160 N, lớn hơn.

D. 4 N, lớn hơn.

12. Một quả bóng, khối lượng 0,50 kg đang nằm yên trên mặt đất. Một cầu thủ đá bóng với một lực 250 N. Thời gian chân tác dụng vào bóng là 0,020 s. Quả bóng bay đi với tốc độ

A. 0,01 m/s. B. 0,1 m/s.

C. 2,5 m/s. D. 10 m/s.

13. Trong một tai nạn giao thông, một ô tô tải đâm vào một ô tô con đang chạy ngược chiều. Ô tô nào chịu lực lớn hơn ? Ô tô nào nhận được gia tốc lớn hơn ? Hãy giải thích.

14. Để xách một túi đựng thức ăn, một người tác dụng vào túi một lực bằng 40 N hướng lên trên. Hãy miêu tả "phản lực" (theo định luật III) bằng cách chỉ ra

a) độ lớn của phản lực.

b) hướng của phản lực.

c) phản lực tác dụng lên vật nào ?

d) vật nào gây ra phản lực này ?

15. Hãy chỉ ra cặp "lực và phản lực" trong các tình huống sau :

a) Ô tô đâm vào thanh chắn đường ;

b) Thủ môn bắt bóng ;

c) Gió đập vào cánh cửa.

Em có biết ?

CHUYỂN ĐỘNG TRÊN "ĐỆM KHÍ"

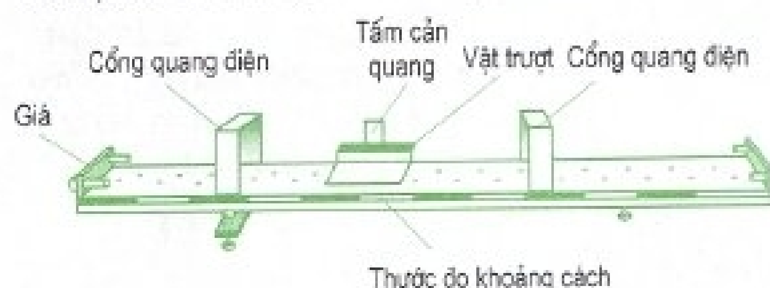
Mấy thế kỉ đã trôi qua mà người ta vẫn không tạo ra được một thí nghiệm nào có thể kiểm chứng trực tiếp được định luật I Niu-tơn vì không loại bỏ được ma sát và lực hút của Trái Đất. Nhưng người ta vẫn tin vào định luật này vì nó đã đưa đến nhiều hệ quả có thể kiểm chứng được.

Chỉ đến thời đại hiện nay, bằng kĩ thuật tạo ra "đệm khí", người ta gần như loại bỏ được lực ma sát.

Vật chuyển động trên "đệm khí" chỉ chịu tác dụng của hai lực cân bằng, đó là trọng lực và phản lực của "đệm khí".

Các hình dưới đây miêu tả một thí nghiệm về chuyển động của một vật trên "đệm khí" gồm :

– Một băng đệm khí có tiết diện ngang hình chữ *V* ngược, trên hai mặt băng có nhiều lỗ nhỏ được phân bố đều dọc theo băng (Hình 10.7 và 10.8).



Hình 10.7. *Hệ thống băng đệm khí*



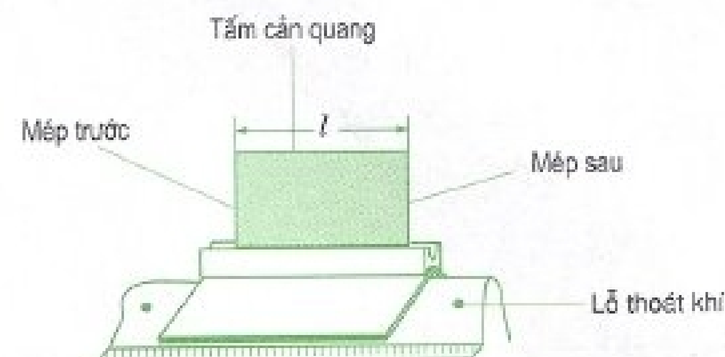
Hình 10.8. *Tiết diện ngang của băng đệm khí*

– Một vật trượt có tiết diện ngang hình chữ *V* ngược, phía trên có rãnh để cắm các tấm cản quang có chiều dài *l* khác nhau (Hình 10.9).

– Hai cổng quang điện.

– Một đồng hồ hiện số có thể đo được những khoảng thời gian rất nhỏ, cỡ 1 ms đến 10 ms (Hình 10.10).

Dùng một máy bơm đẩy không khí đã bị nén vào trong lòng máng. Luồng khí phụt ra từ các lỗ tạo ra một "đệm khí" giữa vật và máng khiến vật chuyển động dễ dàng. Muốn đo vận tốc của vật, ta cắm một tấm cản quang vào rãnh của vật. Khi mép trước của tấm cản quang tới cổng quang điện thì đồng hồ bắt đầu tính thời gian và khi mép sau đi qua cổng quang điện thì nó ngừng lại. Đồng hồ sẽ hiện lên thời gian để vật đi được đoạn đường *l*. Từ đó tính được vận tốc của vật đi qua mỗi cổng quang điện, $v = \frac{l}{\Delta t}$. Thí nghiệm cho thấy vật chuyển động đều trên máng trượt.



Hình 10.9. *Vật trượt trên băng đệm khí.*



Hình 10.10. *Đồng hồ đo thời gian hiện số.*

5.VL10.C-B

11 LỰC HẤP DẪN ĐỊNH LUẬT VẠN VẬT HẤP DẪN

Lực nào giữ cho Mặt Trăng chuyển động gần như tròn đều quanh Trái Đất ? Lực nào giữ cho Trái Đất chuyển động gần như tròn đều quanh Mặt Trời ? (Hình 11.1)

I – LỰC HẤP DẪN

Niu-tơn là người đầu tiên đã kết hợp được những kết quả quan sát thiên văn về chuyển động của các hành tinh với những kết quả nghiên cứu về sự rơi của các vật trên Trái Đất và do đó đã phát hiện ra rằng, *mọi vật trong vũ trụ đều hút nhau với một lực, gọi là lực hấp dẫn*.



Hình 11.1

Lực hấp dẫn giữa Trái Đất và Mặt Trăng giữ cho Mặt Trăng chuyển động quanh Trái Đất.

Lực hấp dẫn giữa Mặt Trời và các hành tinh giữ cho các hành tinh chuyển động quanh Mặt Trời.

Khác với lực đàn hồi và lực ma sát là lực tiếp xúc, lực hấp dẫn là lực tác dụng từ xa, qua khoảng không gian giữa các vật.

II – ĐỊNH LUẬT VẠN VẬT HẤP DẪN

1. Định luật

Những đặc điểm của lực hấp dẫn đã được Niu-tơn nêu lên thành định luật sau đây, gọi là định luật vạn vật hấp dẫn :

Lực hấp dẫn giữa hai chất điểm bất kì tỉ lệ thuận với tích hai khối lượng của chúng và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng (Hình 11.2).



Hình 11.2. Lực hấp dẫn giữa hai chất điểm nằm trên đường thẳng nối hai chất điểm.

2. Hệ thức

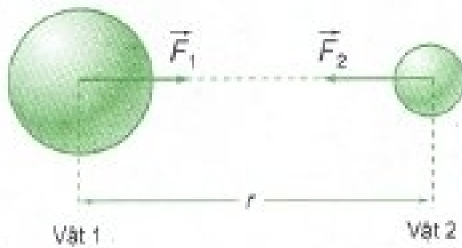
$$F_{hd} = G\frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (11.1)$$

trong đó m_1, m_2 là khối lượng của hai chất điểm, r là khoảng cách giữa chúng, hệ số tỉ lệ G được gọi là *hằng số hấp dẫn*. Hơn một thế kỉ sau, các phép đo chính xác cho thấy : $G = 6,67.10^{-11} N.m^2/kg^2$.

Hệ thức (11.1) áp dụng được cho các vật thông thường trong hai trường hợp :

– Khoảng cách giữa hai vật rất lớn so với kích thước của chúng ;

– Các vật đồng chất và có dạng hình cầu. Khi ấy r là khoảng cách giữa hai tâm và lực hấp dẫn nằm trên đường nối hai tâm và đặt vào hai tâm đó (Hình 11.3).



Hình 11.3. Lực hấp dẫn giữa hai vật đồng chất, có dạng hình cầu.

III - TRỌNG LỰC LÀ TRƯỜNG HỢP RIÊNG CỦA LỰC HẤP DẪN

Theo Niu-tơn thì trọng lực mà Trái Đất tác dụng lên một vật là lực hấp dẫn giữa Trái Đất và vật đó. Trọng lực đặt vào một điểm đặc biệt của vật, gọi là trọng tâm của vật. Độ lớn của trọng lực (tức trọng lượng) theo (11.1) bằng :

$$P = G\frac{mM}{(R+h)^2}$$

trong đó m là khối lượng của vật, h là độ cao của vật so với mặt đất, M và R là khối lượng và bán kính của Trái Đất.

Mặt khác, ta lại có : $P = mg$

Suy ra :

$$g = \frac{GM}{(R+h)^2} \quad (11.2)$$

Nếu vật ở gần mặt đất ($h << R$) thì :

$$g = \frac{GM}{R^2} \quad (11.3)$$

Các công thức (11.2) và (11.3) cho thấy, gia tốc rơi tự do phụ thuộc vào độ cao h và có thể coi là như nhau đối với các vật ở gần mặt đất ($h << R$). Các hệ quả này hoàn toàn phù hợp với thực nghiệm (Bảng 11.1).

Bảng 11.1. Giá trị của g theo độ cao ở vĩ độ 45°.

h (km)	g (m/s^2)
0	9,806
1	9,803
4	9,794
8	9,782
16	9,757

- **Định luật vạn vật hấp dẫn : Lực hấp dẫn giữa hai chất điểm bất kì tỉ lệ thuận với tích hai khối lượng của chúng và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng.**

$$F_{hd} = G\frac{m_1m_2}{r^2}$$

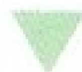
G là hằng số hấp dẫn, có giá trị bằng $6,67.10^{-11}\ \frac{N.m^2}{kg^2}$.

- **Trọng lực của một vật là lực hấp dẫn giữa Trái Đất và vật đó.**
- **Trọng tâm của vật là điểm đặt của trọng lực của vật.**

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Phát biểu định luật vạn vật hấp dẫn và viết hệ thức của lực hấp dẫn.
2. Nêu định nghĩa trọng tâm của vật.
3. Tại sao gia tốc rơi tự do và trọng lượng của vật càng lên cao thì càng giảm.



4. Một vật khối lượng 1 kg, ở trên mặt đất có trọng lượng 10 N. Khi chuyển vật tới một điểm cách tâm Trái Đất $2R$ (R là bán kính Trái Đất) thì nó có trọng lượng bằng bao nhiêu ?

A. 1 N ; B. 2,5 N ;

C. 5 N ; D. 10 N.

5. Hai tàu thuỷ, mỗi chiếc có khối lượng 50 000 tấn ở cách nhau 1 km. Lấy g = 10 m/s^2. So sánh lực hấp dẫn giữa chúng với trọng lượng của một quả cân có khối lượng 20 g.

A. Lớn hơn.

B. Bằng nhau.

C. Nhỏ hơn.

D. Chưa thể biết.

6. Trái Đất hút Mặt Trăng với một lực bằng bao nhiêu ? Cho biết khoảng cách giữa Mặt Trăng và Trái Đất là $R = 38.10^7$ m, khối lượng của Mặt Trăng $m = 7,37.10^{22}$ kg, khối lượng của Trái Đất $M = 6,0.10^{24}$ kg.

7. Tính trọng lượng của một nhà du hành vũ trụ có khối lượng 75 kg khi người đó ở

a) trên Trái Đất (lấy g = 9,80 m/s^2).

b) trên Mặt Trăng (lấy g_{mt} = 1,70 m/s^2).

c) trên Kim Tinh (lấy g_{kt} = 8,7 m/s^2).

Em có biết ?

NIU-TƠN KIỂM CHỨNG ĐỊNH LUẬT VẠN VẬT HẤP DẪN NHƯ THẾ NÀO ?

Ở thời Niu-tơn người ta chưa có điều kiện làm thí nghiệm đo lực hấp dẫn giữa hai khối lượng. Vậy, cơ sở nào để ông tin vào sự đúng đắn của định luật này ?

Niu-tơn cho rằng, có thể kiểm chứng định luật này bằng nhiều cách. Một trong những cách kiểm chứng là vận dụng định luật để tiên đoán một vài đặc điểm nào đó về chuyển động của một hành tinh và xem sự tiên đoán có phù hợp với kết quả quan sát được của hành tinh đó hay không.

Niu-tơn đã biết rằng, Mặt Trăng ở cách xa tâm Trái Đất khoảng 60 lần so với một vật ở bề mặt Trái Đất. Do đó, lực hút của Trái Đất gây ra cho Mặt Trăng một gia tốc nhỏ hơn gia tốc rơi tự do $(60)^2$ lần, tức là $a = \frac{9,80}{3\,600} = 2,72.10^{-3}$ m/s^2. Mặt khác, Niu-tơn cũng biết rằng khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trăng là $r = 3,8.10^8$ m, chu kì của Mặt Trăng T = 27,3 ngày đêm = $2,3.10^6$ s, nên gia tốc hướng tâm của Mặt Trăng là :

$$a = \omega^2 r = \frac{4\pi^2}{T^2}r = \frac{4\pi^2.3,8.10^8}{(2,3.10^6)^2} = 2,8.10^{-3}\ \text{m/s}^2$$

So sánh hai giá trị của gia tốc, ta thấy chúng xấp xỉ bằng nhau.

12 LỰC ĐÀN HỒI CỦA LÒ XO
ĐỊNH LUẬT HÚC

Ở Trung học cơ sở ta đã biết, Lực kế là dụng cụ dùng để đo lực và bộ phận chủ yếu của nó là một lò xo. Tuy nhiên, ta còn chưa biết được việc chế tạo lực kế dựa trên định luật vật lí nào.

I – HƯỚNG VÀ ĐIỂM ĐẶT CỦA LỰC ĐÀN HỒI CỦA LÒ XO

C1

1. Lực đàn hồi xuất hiện ở hai đầu của lò xo và tác dụng vào các vật tiếp xúc (hay gắn) với lò xo, làm nó biến dạng.

2. Hướng của lực đàn hồi ở mỗi đầu lò xo ngược với hướng của ngoại lực gây biến dạng (Hình 12.1b). Cụ thể là, *khi bị dãn, lực đàn hồi của lò xo hướng theo trục của lò xo vào phía trong, còn khi bị nén, lực đàn hồi của lò xo hướng theo trục của lò xo ra ngoài.*

C1 Dùng hai tay kéo dãn một lò xo (Hình 12.1a).

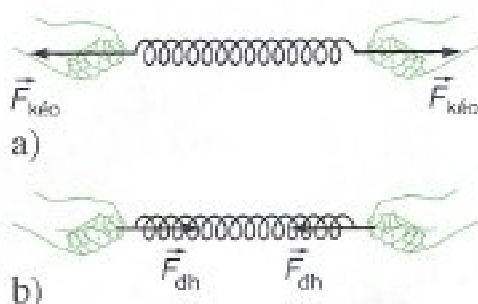
a) Hai tay có chịu lực tác dụng của lò xo không ? Hãy nêu rõ điểm đặt, phương và chiều của các lực này.

b) Tại sao lò xo chỉ dãn đến một mức nào đó thì ngừng dãn ?

c) Khi thôi kéo, lực nào đã làm cho lò xo lấy lại chiều dài ban đầu ?

II – ĐỘ LỚN CỦA LỰC ĐÀN HỒI CỦA LÒ XO. ĐỊNH LUẬT HÚC

Ai cũng biết, muốn lò xo dãn nhiều hơn thì phải kéo mạnh hơn. Đó là vì lực đàn hồi đã tăng theo để chống lại lực kéo. Tuy nhiên, độ lớn của lực đàn hồi liên quan đến độ dãn của lò xo như thế nào thì không phải ai cũng biết. Nhà vật lí người Anh Rô-bớt Húc (Robert Hooke, 1635 - 1703) là người đầu tiên đã nghiên cứu và giải quyết được vấn đề này.



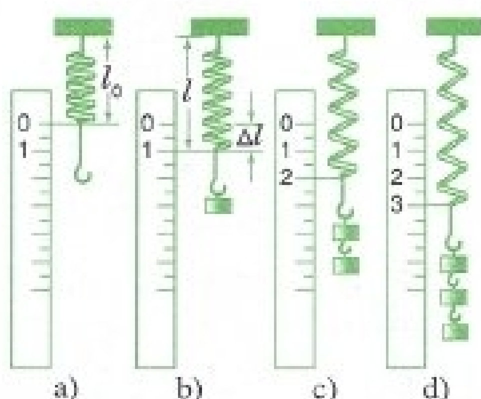
Hình 12.1

1. Thí nghiệm

Dùng một lò xo và một số quả cân giống nhau rồi bố trí thí nghiệm như ở Hình 12.2. Khi chưa treo quả cân vào lò xo, lò xo chưa bị dãn và có độ dài tự nhiên l_0 (Hình 12.2a) Khi treo quả cân (gọi là tải) có trọng lượng P vào lò xo, lò xo dãn ra đến một mức nào đó thì dừng lại (Hình 12.2b). **C2**

C2 Lực của lò xo ở Hình 12.2b có độ lớn bằng bao nhiêu ? Tại sao ? Muốn tăng lực của lò xo lên 2 hoặc 3 lần ta làm cách nào ?

Theo định luật III Niu-tơn thì lực mà quả cân kéo lò xo và lực của lò xo kéo quả cân luôn có độ lớn bằng nhau và bằng F. Khi quả cân đứng yên ta có $F = P = mg$.



Hình 12.2

Treo tiếp 1, 2 quả cân vào lò xo (Hình 12.2c, d). Ở mỗi lần, ta đo chiều dài l của lò xo khi có tải và l_0 khi bỏ tải rồi tính độ dãn $\Delta l = l - l_0$. Sau đó ghi các kết quả vào một bảng.

Bảng 12.1. Kết quả thu được từ một lần làm thí nghiệm.

F = P (N)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Độ dài l (mm)	245	285	324	366	405	446	484
Độ dãn Δl (mm)	0	40	79	121	160	201	239

C3

C3 Các kết quả trong Bảng 12.1 có gợi ý cho ta một mối liên hệ nào không ? Nếu có thì hãy phát biểu mối liên hệ đó.

2. Giới hạn đàn hồi của lò xo

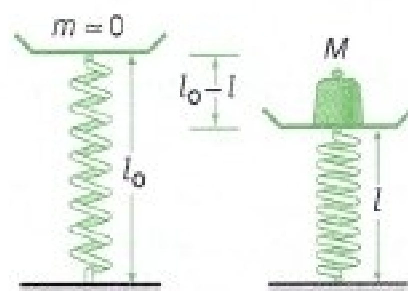
Thí nghiệm còn cho thấy, nếu trọng lượng của tải vượt quá một giá trị nào đó thì độ dãn của lò xo sẽ không còn tỉ lệ với trọng lượng của tải và khi bỏ tải đi thì lò xo không co được về đến chiều dài l_0 nữa. Ta nói, lò xo đã bị kéo dãn quá *giới hạn đàn hồi của nó*.

3. Định luật Húc

Khi nghiên cứu mối liên hệ giữa độ lớn của lực đàn hồi với *độ biến dạng* (độ dãn hay độ nén (Hình 12.3)) của lò xo, Rô-bớt Húc đã phát hiện ra định luật sau đây, gọi là *định luật Húc* :

Trong giới hạn đàn hồi, độ lớn của lực đàn hồi của lò xo tỉ lệ thuận với độ biến dạng của lò xo.

$$F_{đh} = k|\Delta l| \quad (12.1)$$



Hình 12.3. Khi lò xo bị nén thì độ nén là $(l_0 - l)$ và $F_{đh} = k(l_0 - l)$.

Hệ số tỉ lệ k gọi là *độ cứng* (hay hệ số đàn hồi) của lò xo. Khi cùng chịu một ngoại lực gây biến dạng, lò xo nào càng cứng thì càng ít bị biến dạng, do đó hệ số k càng lớn.

Đơn vị của độ cứng là niutơn trên mét, kí hiệu là N/m.

4. Chú ý

a) Đối với dây cao su hay dây thép, lực đàn hồi chỉ xuất hiện khi bị ngoại lực kéo dãn. Vì thế trong trường hợp này lực đàn hồi được gọi là *lực căng*. Lực căng có điểm đặt và hướng giống như lực đàn hồi của lò xo khi bị dãn.

b) Đối với các mặt tiếp xúc bị biến dạng khi ép vào nhau thì *lực đàn hồi có phương vuông góc với mặt tiếp xúc*.

- **Lực đàn hồi của lò xo xuất hiện ở cả hai đầu của lò xo và tác dụng vào các vật tiếp xúc (hay gắn) với nó làm nó biến dạng. Khi bị dãn, lực đàn hồi của lò xo hướng vào trong, còn khi bị nén, lực đàn hồi của lò xo hướng ra ngoài.**
- **Định luật Húc : Trong giới hạn đàn hồi, độ lớn của lực đàn hồi của lò xo tỉ lệ thuận với độ biến dạng của lò xo : $F_{đh} = k|\Delta l|$**
  trong đó k là độ cứng (hay hệ số đàn hồi) của lò xo, có đơn vị là N/m, $|\Delta l| = |l - l_0|$ là độ biến dạng (độ dãn hay nén) của lò xo.
- **Đối với dây cao su, dây thép..., khi bị kéo lực đàn hồi được gọi là lực căng.**
- **Đối với các mặt tiếp xúc bị biến dạng khi ép vào nhau, lực đàn hồi có phương vuông góc với mặt tiếp xúc.**

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



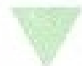
1. Nêu những đặc điểm (về phương, chiều, điểm đặt) của lực đàn hồi của

   a) lò xo.

   b) dây cao su, dây thép.

   c) mặt phẳng tiếp xúc.

2. Phát biểu định luật Húc.



3. Phải treo một vật có trọng lượng bằng bao nhiêu vào một lò xo có độ cứng k = 100 N/m để nó dãn ra được 10 cm ?

   A. 1 000 N ; B. 100 N ;
   C. 10 N ; D. 1 N.

4. Một lò xo có chiều dài tự nhiên bằng 15 cm. Lò xo được giữ cố định tại một đầu, còn đầu kia chịu một lực kéo bằng 4,5 N. Khi ấy lò xo dài 18 cm. Độ cứng của lò xo bằng bao nhiêu ?

   A. 30 N/m ; B. 25 N/m ;
   C. 1,5 N/m ; D. 150 N/m.

5. Một lò xo có chiều dài tự nhiên 30 cm, khi bị nén lò xo dài 24 cm và lực đàn hồi của nó bằng 5 N. Hỏi khi lực đàn hồi của lò xo bị nén bằng 10 N thì chiều dài của nó bằng bao nhiêu ?

   A. 18 cm ; B. 40 cm ;
   C. 48 cm ; D. 22 cm.

6. Treo một vật có trọng lượng 2,0 N vào một lò xo, lò xo dãn ra 10 mm. Treo một vật khác có trọng lượng chưa biết vào lò xo, nó dãn ra 80 mm.

   a) Tính độ cứng của lò xo.

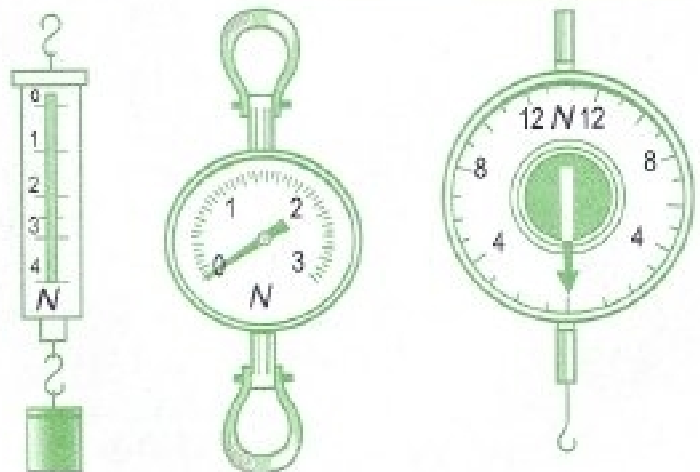
   b) Tính trọng lượng chưa biết.

Em có biết ?

LỰC KẾ

Dựa vào định luật Húc người ta chế tạo ra *lực kế*. Trên lực kế, ứng với mỗi vạch chia độ người ta không ghi các giá trị của độ dãn mà ghi giá trị của lực đàn hồi tương ứng. Tuỳ theo công dụng mà lực kế có cấu tạo và hình dạng khác nhau (Hình 12.4). Tuy nhiên, bộ phận chủ yếu vẫn là một lò xo.

Lực kế là một dụng cụ đo lực rất thuận tiện nhưng không được chính xác lắm. Khi sử dụng, không được đo lực lớn quá giới hạn đàn hồi của lò xo lực kế.



Hình 12.4. Ba kiểu lực kế lò xo

13 LỰC MA SÁT

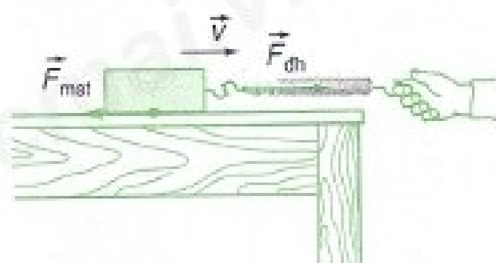
Người ta thường nói đến lực ma sát như nói đến một lực cản trở chuyển động. Nếu chỉ có lực ma sát thì mọi trục của động cơ sẽ ngừng quay, mọi bánh xe sẽ ngừng lăn.

Nhưng nếu không có lực ma sát thì ta không thể đi bộ hay đi xe được. Tại sao vậy ?

Việc nghiên cứu lực ma sát sẽ giúp ta nhận ra và giải thích được nhiều hiện tượng mà ta không ngờ là đã có lực ma sát tham gia, thậm chí còn giữ vai trò chủ yếu.

I - LỰC MA SÁT TRƯỢT

Ở Trung học cơ sở ta đã biết, khi một vật chuyển động trượt trên một bề mặt, thì bề mặt tác dụng lên vật (tại chỗ tiếp xúc) một lực ma sát trượt cản trở chuyển động của vật trên mặt đó.



Hình 13.1

1. Đo độ lớn của lực ma sát trượt như thế nào ?

Thí nghiệm : Móc lực kế vào một khúc gỗ hình hộp chữ nhật đặt trên bàn rồi kéo theo phương ngang cho khúc gỗ chuyển động gần như thẳng đều (Hình 13.1). Khi ấy, lực kế chỉ độ lớn của lực ma sát trượt tác dụng vào vật. Ta làm như thế vài lần, mỗi lần ghi giá trị mà lực kế chỉ. Sau đó lấy giá trị trung bình làm độ lớn của lực ma sát trượt. **C1**

C1 Độ lớn của lực ma sát trượt phụ thuộc vào những yếu tố nào trong các yếu tố sau đây ?

– Diện tích tiếp xúc của khúc gỗ với mặt bàn.

– Tốc độ của khúc gỗ.

– Áp lực lên mặt tiếp xúc.

– Bản chất và các điều kiện bề mặt (độ nhám, độ sạch, độ khô,...) của các mặt tiếp xúc.

Em hãy thử nêu các phương án thí nghiệm kiểm chứng, trong đó chỉ thay đổi một yếu tố còn các yếu tố khác thì giữ nguyên.

2. Độ lớn của lực ma sát trượt phụ thuộc những yếu tố nào ?

Các thí nghiệm cho thấy, độ lớn của lực ma sát trượt :

a) không phụ thuộc vào diện tích tiếp xúc và tốc độ của vật.

b) tỉ lệ với độ lớn của áp lực.

c) phụ thuộc vào vật liệu và tình trạng của hai mặt tiếp xúc.

Bảng 13.1. Hệ số ma sát trượt (gần đúng) của một số cặp vật liệu.

Vật liệu	μ_t
Gỗ trên gỗ	0,2
Thép trên thép	0,57
Nhôm trên thép	0,47
Kim loại trên kim loại (đã bôi trơn)	0,07
Nước đá trên nước đá	0,03
Cao su trên bê tông khô	0,7
Cao su trên bê tông ướt	0,5
Thuỷ tinh trên thuỷ tinh	0,4

C2 Búng cho hòn bi lăn trên mặt sàn nằm ngang.

a) Tại sao hòn bi lăn chậm dần ?

b) Tại sao hòn bi lăn được một đoạn đường khá xa mới dừng lại ?

3. Hệ số ma sát trượt

Hệ số tỉ lệ giữa độ lớn của lực ma sát trượt và độ lớn của áp lực được gọi là *hệ số ma sát trượt*, kí hiệu là μ_t.

$$\mu_t = \frac{F_{mst}}{N} \quad (13.1)$$

Hệ số ma sát trượt phụ thuộc vào vật liệu và tình trạng của hai mặt tiếp xúc. Nó không có đơn vị và được dùng để tính độ lớn của lực ma sát trượt.

4. Công thức của lực ma sát trượt

$$F_{mst} = \mu_t N \quad (13.2)$$

II - LỰC MA SÁT LĂN

Lực ma sát lăn xuất hiện khi một vật lăn trên mặt một vật khác, để cản lại chuyển động lăn của vật. Thí nghiệm cho thấy lực ma sát lăn rất nhỏ so với lực ma sát trượt. **C2**

Trong trường hợp ma sát trượt có hại cần phải giảm thì người ta thường dùng con lăn hay ổ bi đặt xen vào giữa hai mặt tiếp xúc (Hình 13.2 và Hình 13.3).



Hình 13.2



Hình 13.3

III - LỰC MA SÁT NGHỈ

1. Thế nào là lực ma sát nghỉ ?

Ở thí nghiệm trên Hình 13.1, nếu ta kéo lực kế với một lực nhỏ thì khúc gỗ chưa chuyển động. Mặt bàn đã tác dụng vào khúc gỗ *lực ma sát nghỉ* cân bằng với lực kéo, làm khúc gỗ đứng yên.

2. Những đặc điểm của lực ma sát nghỉ



Hình 13.4

a) Lực ma sát nghỉ có hướng ngược với hướng của lực tác dụng song song với mặt tiếp xúc, có độ lớn bằng độ lớn của lực tác dụng, khi vật còn chưa chuyển động.

b) Khi lực tác dụng song song với mặt tiếp xúc lớn hơn một giá trị nào đó thì vật sẽ trượt. Điều đó chứng tỏ *lực ma sát nghỉ có độ lớn cực đại* bằng giá trị này.

Thí nghiệm còn chứng tỏ, khi vật trượt, lực ma sát trượt nhỏ hơn lực ma sát nghỉ cực đại.

3. Vai trò của lực ma sát nghỉ

Nhờ có lực ma sát nghỉ ta mới cầm được các vật trên tay, đinh mới được giữ lại ở tường, sợi mới kết được thành vải. Cũng nhờ có lực ma sát nghỉ mà dây cua roa chuyển động, băng chuyền chuyển được các vật từ nơi này đến nơi khác. Đối với người, động vật, xe cộ, lực ma sát nghỉ đóng vai trò *lực phát động* làm cho các vật chuyển động được.

Khi người đi (Hình 13.4), bàn chân đạp vào mặt đất một lực ma sát nghỉ $\vec{F}'_{msn}$ hướng về phía sau.

Mặt đất đã tác dụng vào bàn chân một lực ma sát nghỉ $\vec{F}_{msn}$ hướng về phía trước (Hình 13.4). Lực này đóng vai trò lực phát động làm cho người đi được.

Ví dụ : Một thùng gỗ có trọng lượng 240 N chuyển động thẳng đều trên sàn nhà nhờ một lực đẩy nằm ngang có độ lớn 53 N.

a) Tìm hệ số ma sát trượt giữa thùng gỗ và sàn nhà.

b) Thùng gỗ lúc đầu đứng yên. Nếu ta đẩy nó bằng một lực 53 N theo phương ngang thì nó có chuyển động không ?

Giải : a) Do sàn nhà nằm ngang nên : $N = P = 240$ N.

Vì thùng gỗ chuyển động thẳng đều :

$$F_{mst} = F = 53 \text{ N}$$

Hệ số ma sát trượt : $\mu_t = \dfrac{F_{mst}}{N} = \dfrac{53}{240} = 0{,}22.$

b) Không. Vì lực để làm cho thùng gỗ chuyển động từ đứng yên lớn hơn lực giữ cho thùng gỗ chuyển động thẳng đều.

❖ Lực ma sát trượt :

– Xuất hiện ở mặt tiếp xúc của vật đang trượt trên một bề mặt ;

– Có hướng ngược với hướng của vận tốc ;

– Có độ lớn tỉ lệ với độ lớn của áp lực ;

– Hệ số tỉ lệ giữa độ lớn của lực ma sát trượt và độ lớn của áp lực gọi là hệ số ma sát trượt. Hệ số ma sát trượt phụ thuộc vào vật liệu và tình trạng của hai mặt tiếp xúc và được dùng để tính lực ma sát trượt.

– Công thức : $F_{mst} = \mu_t N$

❖ Lực ma sát lăn :

– Xuất hiện ở chỗ tiếp xúc của vật với bề mặt mà vật lăn trên đó để cản trở chuyển động lăn ;

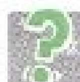
– Rất nhỏ so với ma sát trượt.

❖ Lực ma sát nghỉ :

– Xuất hiện ở mặt tiếp xúc của vật với bề mặt để giữ cho vật đứng yên trên bề mặt đó khi vật bị một lực tác dụng song song với mặt tiếp xúc ;

– Có độ lớn cực đại ; lực ma sát nghỉ cực đại lớn hơn lực ma sát trượt.

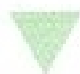
CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Nêu những đặc điểm của lực ma sát trượt.

2. Hệ số ma sát trượt là gì ? Nó phụ thuộc vào những yếu tố nào ? Viết công thức của lực ma sát trượt.

3. Nêu những đặc điểm của lực ma sát nghỉ.



4. Trong các cách viết công thức của lực ma sát trượt dưới đây, cách viết nào đúng ?

A. $\vec{F}_{mst} = \mu_t N$; B. $F_{mst} = \mu_t \vec{N}$;

C. $\vec{F}_{mst} = \mu_t \vec{N}$; D. $F_{mst} = \mu_t N$.

5. Quyển sách nằm yên trên mặt bàn nằm ngang có chịu lực ma sát nghỉ hay không ?

6. Điều gì xảy ra đối với hệ số ma sát giữa hai mặt tiếp xúc nếu lực ép hai mặt đó tăng lên ?

A. Tăng lên ;
B. Giảm đi ;
C. Không thay đổi ;
D. Không biết được.

7. Một vận động viên môn hốc cây (môn khúc côn cầu) dùng gậy gạt quả bóng để truyền cho nó một tốc độ đầu 10 m/s. Hệ số ma sát trượt giữa quả bóng và mặt băng là 0,10. Lấy g = 9,8 m/s^2. Hỏi quả bóng đi được một đoạn đường bằng bao nhiêu thì dừng lại ?

A. 39 m ;
B. 45 m ;
C. 51 m ;
D. 57 m.

8. Một tủ lạnh có trọng lượng 890 N chuyển động thẳng đều trên sàn nhà. Hệ số ma sát trượt giữa tủ lạnh và sàn nhà là 0,51. Hỏi lực đẩy tủ lạnh theo phương ngang bằng bao nhiêu ? Với lực đẩy tìm được có thể làm cho tủ lạnh chuyển động từ trạng thái nghỉ được không ?

Em có biết ?

LÁI XE VÀ MA SÁT

Người lái xe máy hình như coi việc làm xe chuyển bánh là một việc làm đơn giản. Chỉ cần "bật khoá điện", "ấn nút khởi động cho động cơ hoạt động, vào số rồi tăng ga" là xong. Nhưng thử hỏi họ có biết những lực nào liên quan đến việc làm xe chuyển bánh không ?

Nguyên nhân làm cho xe chuyển động như sau : Khi động cơ hoạt động làm quay bánh xe phát động thì bánh xe này tác dụng vào mặt đường một lực hướng về phía sau. Mặt đường tác dụng vào bánh xe phát động một phản lực hướng về phía trước làm bánh xe chuyển động. Nếu không có ma sát giữa lốp xe và mặt đường thì các bánh xe không thể tác dụng lực vào mặt đường và do đó xe không chịu tác dụng của phản lực, nên không chuyển động được. Như vậy việc gây ra gia tốc cho xe đòi hỏi phải có ma sát. Nước trên mặt đường làm giảm ma sát và do đó làm giảm khả năng của người lái xe kiểm soát tốc độ và hướng của xe. Vì thế khi gặp trời mưa, lái xe phải giảm tốc độ của xe.

Lực cản của không khí cũng là một dạng của lực ma sát. Khi xe máy chuyển động thì không khí sẽ sinh ra một lực cản trở chuyển động của xe. Lực cản này có hướng ngược với hướng chuyển động của xe và có độ lớn tỉ lệ với tốc độ : $F \sim v$. Nếu xe chạy nhanh thì lực cản của không khí sẽ lớn. Khi lực cản của không khí và lực ma sát giữa bánh xe và mặt đường cân bằng với lực phát động thì xe sẽ chuyển động đều.

14 LỰC HƯỚNG TÂM

– Tại sao đường ô tô ở những đoạn cong thường phải làm nghiêng ?
– Tại sao ở chỗ rẽ bằng phẳng cần đặt biển chỉ dẫn tốc độ cho ô tô ?
– Tại sao vệ tinh nhân tạo bay được vòng quanh Trái Đất ?

I – LỰC HƯỚNG TÂM

1. Định nghĩa

Như đã biết, vật chuyển động tròn đều có gia tốc hướng tâm. Theo định luật II Niu-tơn thì phải có lực tác dụng lên vật để gây ra gia tốc đó.

Lực (hay hợp lực của các lực) tác dụng vào một vật chuyển động tròn đều và gây ra cho vật gia tốc hướng tâm gọi là lực hướng tâm.



Hình 14.1

2. Công thức

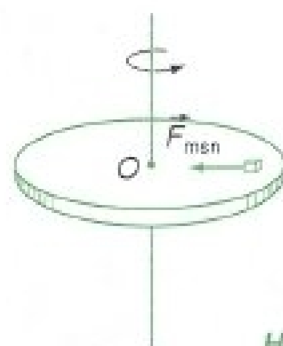
$$F_{ht} = ma_{ht} = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r \quad (14.1)$$

3. Ví dụ

a) Lực hấp dẫn giữa Trái Đất và vệ tinh nhân tạo đóng vai trò lực hướng tâm. Lực này gây ra cho vệ tinh gia tốc hướng tâm, giữ cho nó chuyển động tròn đều quanh Trái Đất (Hình 14.1).

b) Đặt một vật lên một chiếc bàn quay. Khi bàn chưa quay, vật đứng yên dưới tác dụng của hai lực cân bằng, đó là trọng lực $\vec{P}$ và phản lực $\vec{N}$ của mặt bàn.

Cho bàn quay từ từ, ta thấy vật quay theo. Khi bàn quay, bàn tác dụng thêm vào vật một lực ma sát nghỉ hướng vào tâm. Lực này gây ra cho vật gia tốc hướng tâm, giữ vật chuyển động tròn đều (Hình 14.2). Ở ví dụ này, *lực ma sát nghỉ đóng vai trò lực hướng tâm.* **C1**

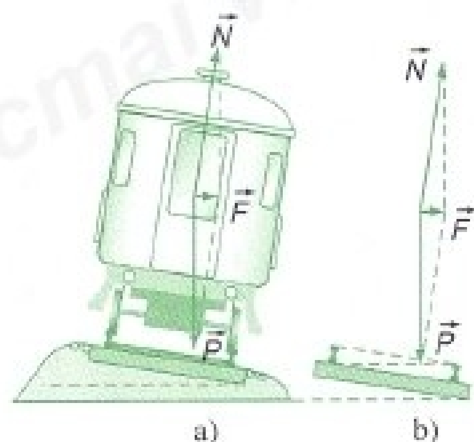


Hình 14.2

C1 a) Lực nào đã gây ra gia tốc hướng tâm cho vật ?

b) Tại sao khi bàn quay nhanh đến một mức nào đó thì vật sẽ văng ra ngoài bàn ?

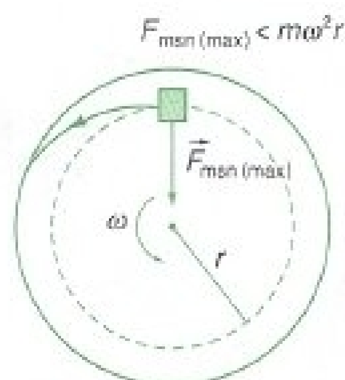
c) Đường ô tô và đường sắt ở những đoạn cong thường phải làm nghiêng về phía tâm cong (Hình 14.3). Khi xe ô tô, tàu hoả đi đến đoạn cong, phản lực $\vec{N}$ của mặt đường không cân bằng với trọng lực $\vec{P}$ nữa. Hợp lực của hai lực này nằm ngang hướng vào tâm của quỹ đạo, làm ô tô, tàu hoả chuyển động được dễ dàng.



Hình 14.3. Đoạn đường sắt nghiêng

II - CHUYỂN ĐỘNG LI TÂM

1. Trở lại ví dụ một vật trên bàn quay (Hình 14.2). Nếu tăng tốc độ góc ω của bàn quay đến một giá trị nào đó thì lực ma sát nghỉ cực đại nhỏ hơn lực hướng tâm cần thiết ($F_{ht} = m\omega^2 r$) giữ cho vật chuyển động tròn. Khi ấy, vật trượt trên bàn ra xa tâm quay, rồi văng ra khỏi bàn theo phương tiếp tuyến với quỹ đạo. Chuyển động như vậy của vật được gọi là *chuyển động li tâm* (Hình 14.4).

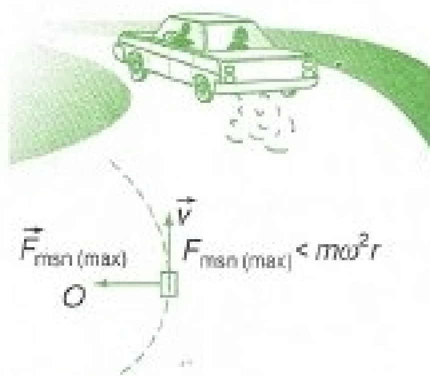


Hình 14.4



Hình 14.5

2. Chuyển động li tâm có nhiều ứng dụng thực tế. Máy vắt li tâm là một ví dụ. Đặt vải ướt vào trong cái lồng làm bằng lưới kim loại của máy vắt (Hình 14.5). Khi cho máy quay nhanh, lực liên kết giữa nước và vải không đủ lớn để đóng vai trò lực hướng tâm. Khi ấy, nước tách ra khỏi vải thành giọt và bắn ra ngoài theo lỗ lưới.



Hình 14.6

3. Chuyển động li tâm cũng có khi phải tránh. Nếu đến chỗ rẽ bằng phẳng mà ô tô chạy nhanh quá, thì lực ma sát nghỉ cực đại không đủ lớn để đóng vai trò lực hướng tâm giữ cho ô tô chuyển động tròn. Ô tô sẽ trượt li tâm, dễ gây ra tai nạn giao thông (Hình 14.6).

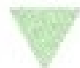
- **Lực (hay hợp lực của các lực) tác dụng vào một vật chuyển động tròn đều và gây ra cho vật gia tốc hướng tâm gọi là lực hướng tâm.**
- **Công thức của lực hướng tâm :** $F_{ht} = \dfrac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Phát biểu và viết công thức của lực hướng tâm.
2. a) Lực hướng tâm có phải là một loại lực mới như lực hấp dẫn hay không ?

   b) Nếu nói (trong ví dụ b sách giáo khoa) vật chịu 4 lực là $\vec{P}$, $\vec{N}$, $\vec{F}_{msn}$ và $\vec{F}_{ht}$ thì đúng hay sai ? Tại sao ?
3. Nêu một vài ứng dụng của chuyển động li tâm.



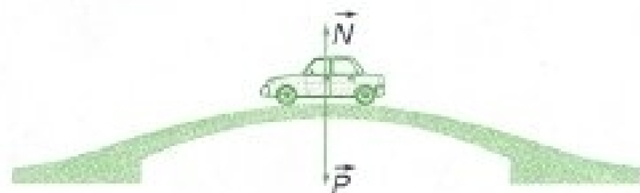
4. Một vật có khối lượng m = 20 g đặt ở mép một chiếc bàn quay. Hỏi phải quay bàn với tần số vòng lớn nhất bằng bao nhiêu để vật không văng ra khỏi bàn ? Cho biết mặt bàn hình tròn, bán kính 1 m. Lực ma sát nghỉ cực đại bằng 0,08 N.

6.VL10.C-B

5. Một ô tô có khối lượng 1 200 kg chuyển động đều qua một đoạn cầu vượt (coi là cung tròn) với tốc độ 36 km/h. Hỏi áp lực của ô tô vào mặt đường tại điểm cao nhất (Hình 14.7) bằng bao nhiêu ? Biết bán kính cong của đoạn cầu vượt là 50 m. Lấy g = 10 m/s^2.

A. 11 760 N ;   B. 11 950 N ;

C. 14 400 N ;   D. 9 600 N.



Hình 14.7

6. Một vệ tinh nhân tạo bay quanh Trái Đất ở độ cao h bằng bán kính R của Trái Đất. Cho R = 6 400 km và lấy g = 10 m/s^2. Hãy tính tốc độ và chu kì quay của vệ tinh.

7. Hãy giải thích các hiện tượng sau đây bằng chuyển động li tâm :

a) Cho rau đã rửa vào rổ rồi vẩy một lúc thì rau ráo nước.

b) Thùng giặt quần áo của máy giặt có nhiều lỗ thủng nhỏ ở thành xung quanh (Hình 14.8). Ở công đoạn vắt nước, van xả nước mở ra và thùng quay nhanh làm quần áo ráo nước.



Hình 14.8

Em có biết ?

VỆ TINH NHÂN TẠO CỦA TRÁI ĐẤT

Niu-tơn đã nêu ý tưởng như sau :

Nếu đặt được một khẩu súng đại bác lên đỉnh của một ngọn núi rất cao, vượt ra ngoài tầng khí quyển của Trái Đất và nếu súng đủ mạnh, thì nó có thể phóng viên đạn đại bác vào quỹ đạo vòng quanh Trái Đất. Thật vậy, nếu vận tốc của đạn còn nhỏ thì nó đi theo quỹ đạo A và rơi xuống đất. Nếu vận tốc của đạn lớn hơn thì nó đi theo quỹ đạo B hoặc C và rơi xuống đất. Nếu vận tốc của đạn đủ lớn thì nó bay vòng quanh Trái Đất theo quỹ đạo D. Khi ấy nó trở thành vệ tinh nhân tạo của Trái Đất (Hình 14.9).

TỐC ĐỘ VŨ TRỤ - VỆ TINH VIỄN THÔNG

1. Tốc độ vũ trụ cấp I

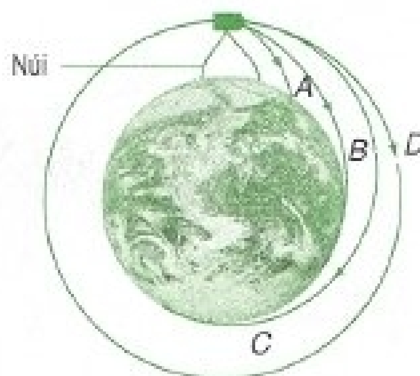
Khi vệ tinh chuyển động tròn đều quanh Trái Đất, lực hấp dẫn của Trái Đất tác dụng lên vệ tinh đóng vai trò lực hướng tâm :

$$F_{hd} = F_{ht}.$$

$$\frac{GmM}{(R+h)^2} = \frac{mv^2}{R+h}$$

trong đó m là khối lượng của vệ tinh. Từ phương trình trên, suy ra :

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$



Hình 14.9

Đối với các vệ tinh nhân tạo được phóng ở gần mặt đất ($h \ll R$), ta có :

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{gR} \text{ (vì } g = \frac{GM}{R^2}\text{)}$$

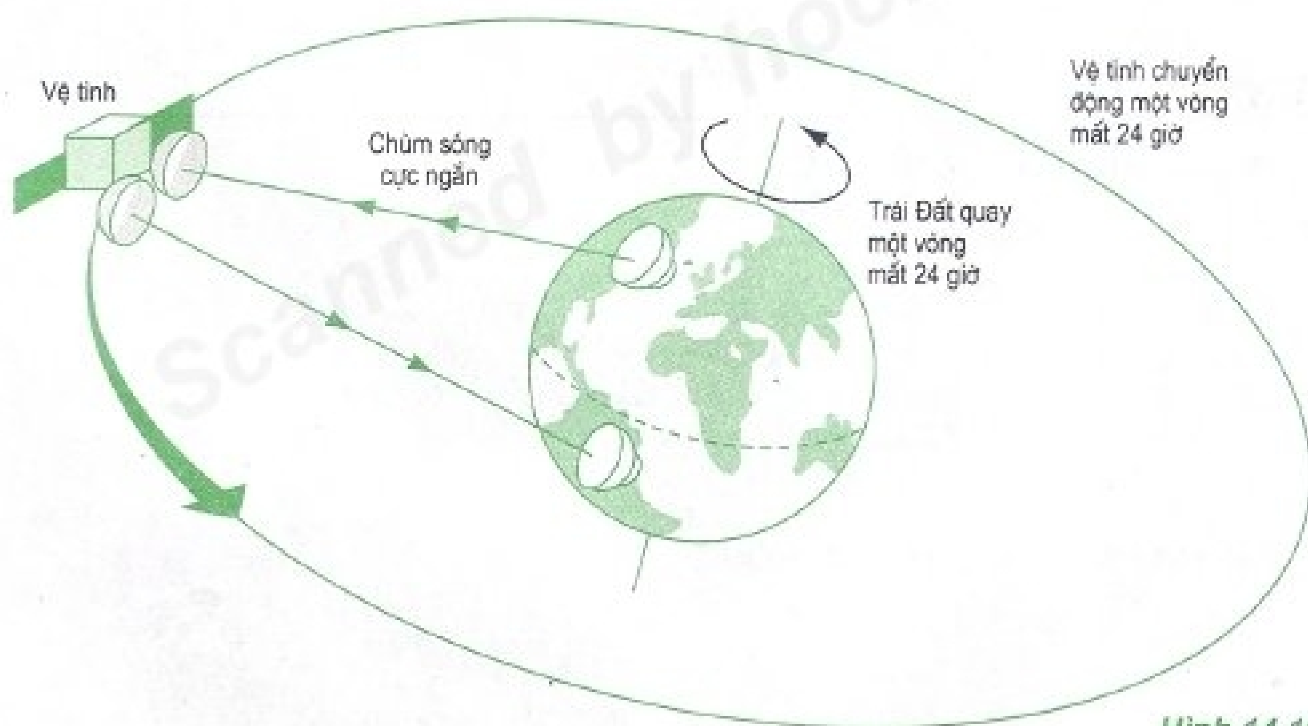
Thay $g = 9{,}8$ m/s^2, $R = 6{,}4.10^6$ m, ta được $v = 7{,}9$ km/s. Đó là tốc độ ném ngang cần gây ra cho một vật để nó không rơi trở lại mặt đất, mà trở thành vệ tinh của Trái Đất. Người ta gọi *tốc độ 7,9 km/s là tốc độ vũ trụ cấp I.*

Năm 1957, lần đầu tiên trong lịch sử loài người, Liên Xô (cũ) đã dùng tên lửa phóng thành công vệ tinh nhân tạo của Trái Đất. Vệ tinh đầu tiên này có khối lượng 85 kg, bay một vòng quanh Trái Đất hết 96 phút.

2. Vệ tinh viễn thông

Người ta dùng những vệ tinh địa tĩnh làm vệ tinh viễn thông. Vệ tinh địa tĩnh có quỹ đạo chuyển động nằm trong mặt phẳng của xích đạo và ở cách tâm Trái Đất 42 000 km.

Ở độ cao này, chúng có chu kì quay đúng bằng chu kì quay của Trái Đất quanh trục của nó, tức là bằng 24 giờ. Vì thế chúng đứng yên tương đối so với Trái Đất. Do đó, từ một máy phát ở trên mặt đất có thể phát một chùm sóng vô tuyến cực ngắn luôn hướng tới vệ tinh. Vệ tinh thu chùm sóng và phát về trạm thu trên mặt đất (Hình 14.10). Vì các vệ tinh địa tĩnh ở rất cao so với bầu khí quyển, nên vùng phủ sóng là rất rộng. Thêm nữa, chúng không bị sức cản của không khí nên có thể ở lâu dài trên quỹ đạo đó.



Hình 14.10

15 BÀI TOÁN VỀ CHUYỂN ĐỘNG NÉM NGANG

Chuyển động ném là chuyển động thường gặp trong đời sống và trong kĩ thuật. Ví dụ :

– Người lái máy bay phải thả hàng cứu trợ từ vị trí nào để hàng rơi trúng mục tiêu ?

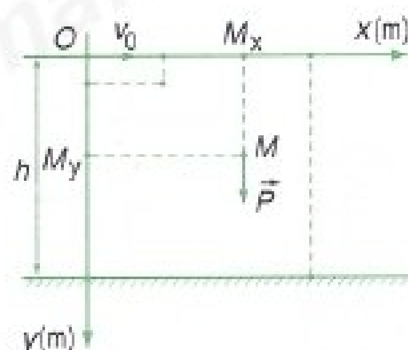
– Pháo thủ phải hướng nòng súng đại bác chếch một góc bằng bao nhiêu để bắn đạn trúng đích ?

– Vận động viên phải chọn góc ném bằng bao nhiêu để ném tạ, ném lao được xa nhất ?

Trong bài này ta chỉ khảo sát chuyển động ném, đơn giản nhất là chuyển động ném ngang.

I - KHẢO SÁT CHUYỂN ĐỘNG NÉM NGANG

Ta hãy khảo sát chuyển động của một vật bị ném ngang từ một điểm O ở độ cao h so với mặt đất. Sau khi được truyền một vận tốc đầu $\vec{v}_0$, vật chỉ còn chịu tác dụng của trọng lực (bỏ qua sức cản của không khí).



Hình 15.1. Phân tích chuyển động ném ngang thành hai chuyển động thành phần.

1. Chọn hệ toạ độ

Ta chọn hệ toạ độ Đề-các có gốc tại O, trục hoành Ox hướng theo vectơ vận tốc $\vec{v}_0$, trục tung Oy hướng theo vectơ trọng lực $\vec{P}$ (Hình 15.1).

2. Phân tích chuyển động ném ngang

Khi vật M chuyển động thì các hình chiếu M_x và M_y của nó trên hai trục toạ độ cũng chuyển động theo (Hình 15.1).

Chuyển động của các hình chiếu M_x và M_y gọi là *các chuyển động thành phần của vật M*. Như vậy, ta đã phân tích chuyển động ném ngang thành hai chuyển động thành phần trên hai trục toạ độ Ox và Oy.

C1 Hãy áp dụng định luật II Niu-tơn theo mỗi trục toạ độ để tìm các gia tốc a_x, a_y của hai chuyển động thành phần.

Kết hợp với điều kiện ban đầu về vận tốc (v_{0x}, v_{0y}), hãy xác định tính chất của mỗi chuyển động thành phần.

3. Xác định các chuyển động thành phần

C1

a) Các phương trình của chuyển động thành phần theo trục Ox của M_x là :

$$a_x = 0 \quad (15.1)$$

$$v_x = v_0 \quad (15.2)$$

$$x = v_0 t \quad (15.3)$$

b) Các phương trình của chuyển động thành phần theo trục Oy của M_y là :

$$a_y = g \quad (15.4)$$

$$v_y = gt \quad (15.5)$$

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \quad (15.6)$$

II – XÁC ĐỊNH CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT

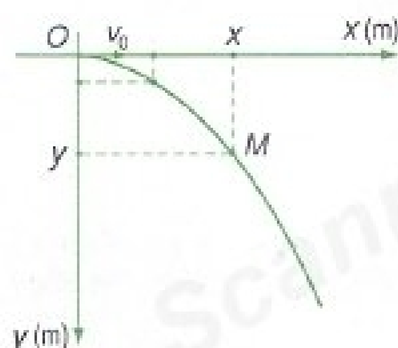
Tổng hợp hai chuyển động thành phần ta được chuyển động của vật.

1. Dạng của quỹ đạo

Từ hai phương trình của hai chuyển động thành phần (15.3) và (15.6) ta rút ra được phương trình quỹ đạo của vật :

$$y = \frac{g}{2v_0^2}x^2 \quad (15.7)$$

Phương trình (15.7) cho thấy, quỹ đạo của vật có dạng parabol (Hình 15.2).



Hình 15.2. Quỹ đạo parabol của vật ném ngang.

2. Thời gian chuyển động

Thời gian chuyển động của vật bị ném ngang bằng thời gian chuyển động thành phần. Từ đó suy ra, thời gian chuyển động của vật bị ném ngang bằng thời gian rơi tự do của vật được thả từ cùng một độ cao :

Thay $y = h$ vào (15.6) ta được :

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (15.8)$$

3. Tầm ném xa

Gọi L là tầm ném xa (tính theo phương ngang), ta có :

$$L = x_{max} = v_0 t = v_0\sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (15.9)$$



C2 Một vật được ném ngang ở độ cao h = 80 m với vận tốc đầu $v_0 = 20$ m/s. Lấy $g = 10$ m/s^2.

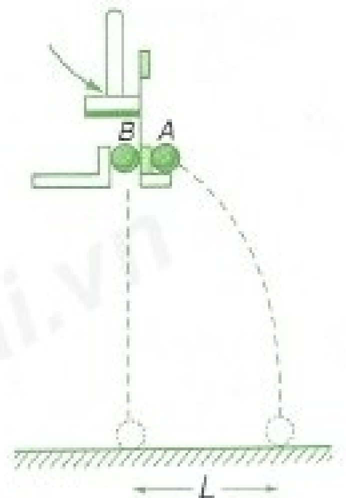
a) Tính thời gian chuyển động và tầm bay xa của vật.

b) Lập phương trình quỹ đạo của vật.

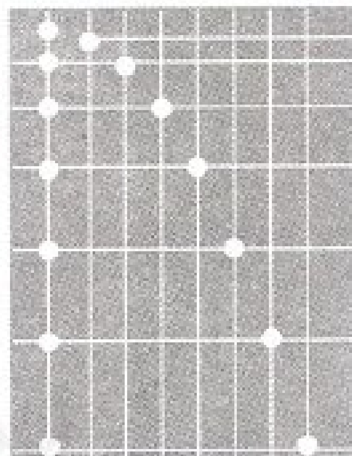
III - THÍ NGHIỆM KIỂM CHỨNG

Thí nghiệm bố trí như ở Hình 15.3 cho thấy, sau khi búa đập vào thanh thép, bi A chuyển động ném ngang còn bi B rơi tự do. Cả hai đều chạm đất *cùng một lúc*. C3

C3 Thí nghiệm đã xác nhận điều gì ?



Hình 15.3. Bi B được thanh thép đàn hồi ép vào vật đỡ. Khi dùng búa đập vào thanh thép, thanh thép gạt bi A rời khỏi vật đỡ, đồng thời không ép vào bi B nữa làm bi B rơi.



Hình 15.4. Ảnh (đã được xử lí) của hai bi A và B đang chuyển động. Ta thấy hai bi luôn ở cùng một độ cao.

- **Chuyển động ném ngang có thể phân tích thành hai chuyển động thành phần theo hai trục toạ độ (gốc O tại vị trí ném, trục Ox hướng theo vectơ vận tốc đầu $\vec{v}_0$, trục Oy hướng theo vectơ trọng lực $\vec{P}$).**

  Chuyển động thành phần theo trục Ox là chuyển động thẳng đều với các phương trình : $a_x = 0$; $v_x = v_0$; $x = v_0 t$

  Chuyển động thành phần theo trục Oy là chuyển động rơi tự do với các phương trình : $a_y = g$; $v_y = gt$; $y = \frac{1}{2}gt^2$

- **Biết hai chuyển động thành phần, ta suy ra được chuyển động của vật.**

  + Quỹ đạo của chuyển động ném ngang có dạng parabol.

  + Thời gian chuyển động bằng thời gian rơi tự do của vật được thả từ cùng độ cao : $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

  + Tầm ném xa : $L = v_0 t = v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}$

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Để khảo sát chuyển động ném ngang, ta chọn hệ toạ độ Đề-các như thế nào là thích hợp nhất ? Nêu cách phân tích chuyển động ném ngang thành hai chuyển động thành phần theo hai trục của hệ toạ độ đó.
2. Viết các phương trình của hai chuyển động thành phần của chuyển động ném ngang và cho biết tính chất của mỗi chuyển động thành phần.
3. Lập phương trình quỹ đạo của chuyển động ném ngang, các công thức tính thời gian chuyển động và tầm ném xa.

4. Bi *A* có khối lượng lớn gấp đôi bi *B*. Cùng một lúc tại mái nhà, bi *A* được thả rơi còn bi *B* được ném theo phương ngang. Bỏ qua sức cản của không khí.

   Hãy cho biết câu nào dưới đây là đúng ?

   A. *A* chạm đất trước.

   B. *A* chạm đất sau.

   C. Cả hai chạm đất cùng một lúc.

   D. Chưa đủ thông tin để trả lời.
5. Một máy bay bay theo phương ngang ở độ cao 10 km với tốc độ 720 km/h. Viên phi công phải thả quả bom từ xa cách mục tiêu (theo phương ngang) bao nhiêu để quả bom rơi trúng mục tiêu ? Lấy $g = 10\ m/s^2$. Vẽ một cách gần đúng dạng quỹ đạo của quả bom.
6. Một hòn bi lăn dọc theo một cạnh của một mặt bàn hình chữ nhật nằm ngang cao $h = 1{,}25$ m. Khi ra khỏi mép bàn, nó rơi xuống nền nhà tại điểm cách mép bàn $L = 1{,}50$ m (theo phương ngang) ? Lấy $g = 10\ m/s^2$.

   Thời gian rơi của hòn bi là :

   A. 0,35 s ; B. 0,125 s ;

   C. 0,5 s ; D. 0,25 s.
7. Với số liệu của bài 6, hỏi tốc độ của viên bi lúc rơi khỏi bàn ?

   A. 4,28 m/s ; B. 3 m/s ;

   C. 12 m/s ; D. 6 m/s.

Em có biết ?

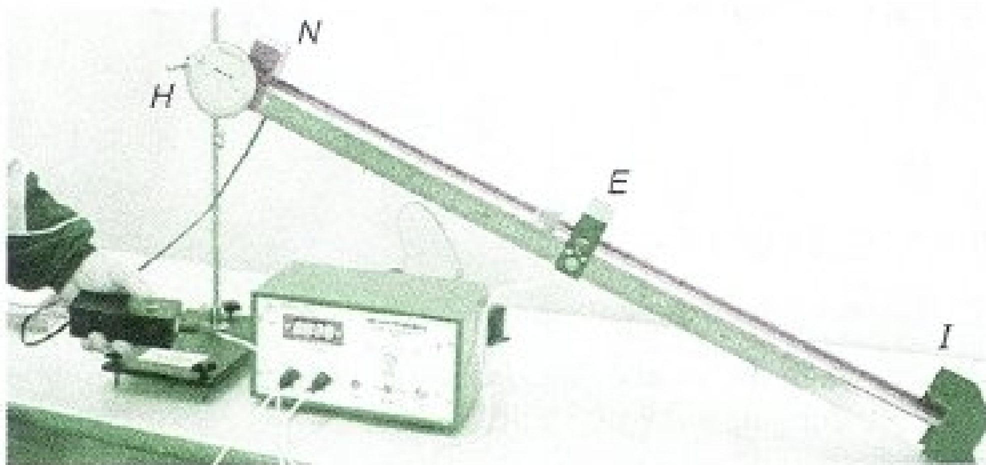
MÔN NÉM TẠ VÀ NÉM LAO

Nếu em là người yêu thích môn ném tạ, ném lao thì sau khi học xong bài này em có thể hỏi :
- Tại sao khi ném tạ phải chọn góc ném càng gần giá trị 42,3° càng tốt ?
- Tại sao ném lao xa hơn ném tạ nếu như quỹ đạo độc lập với khối lượng ?

Với một tốc độ ném như nhau, tầm ném xa phụ thuộc vào hai yếu tố, đó là góc ném và độ cao ban đầu. Nếu ném từ mặt đất thì tầm xa cực đại khi góc ném bằng 45°. Tạ được ném ở độ cao khoảng 2 m nên góc ném tối ưu chỉ hơn 42° một chút. Kỉ lục thế giới về môn ném tạ là 22 m ứng với góc ném 42,4° và tốc độ ném vào cỡ 14 m/s. Tầm xa của vật rất nhạy cảm với góc ném. Nếu góc ném là 41° tức là giảm chút xíu, thì tầm xa đã giảm hẳn đi, chỉ còn bằng 15m. Kỉ lục thế giới về môn ném lao là 80 m ứng với tốc độ ném vào cỡ 30 m/s. Sự khác nhau về tốc độ đầu giữa ném tạ và ném lao là do khối lượng của vật ném. Tạ có khối lượng 7,25 kg, còn lao có khối lượng 0,8 kg, tức là nhỏ hơn khoảng 9 lần. Do đó, lực của tay khi duỗi thẳng đã truyền cho lao một gia tốc lớn gấp 9 lần so với tạ. Tốc độ mà lao có được lúc duỗi tay lớn gấp ba lần so với tạ ($v = \sqrt{2as}$, s là đoạn đường bàn tay đi được khi duỗi tay, vào khoảng 0,7 m). Đấy là chưa kể đến động tác quay và đướn người ở môn ném tạ, hay chạy và quay tay ở môn ném lao, cũng truyền thêm cho vật một tốc độ phụ vào khoảng vài m/s. Vì thế mà ném lao xa hơn ném tạ.

Thế còn sức cản của không khí ? Đối với ném tạ, sức cản của không khí có ảnh hưởng tương đối yếu, nó làm giảm tầm ném xa từ 0,1 đến 0,2 m. Còn đối với ném lao, sức cản của không khí đáng kể.

16 THỰC HÀNH : XÁC ĐỊNH HỆ SỐ MA SÁT



Hình 16.1. Bộ thí nghiệm xác định hệ số ma sát.

I - MỤC ĐÍCH

Vận dụng phương pháp động lực học để nghiên cứu lực ma sát tác dụng vào một vật chuyển động trên mặt phẳng nghiêng. Xác định hệ số ma sát trượt, so sánh giá trị thu được từ thực nghiệm với số liệu cho trong Bảng 13.1 (sách giáo khoa Vật lí 10).

II - CƠ SỞ LÍ THUYẾT

1. Cho một vật nằm trên mặt phẳng nghiêng P, với góc nghiêng α so với mặt nằm ngang. Khi α nhỏ, vật vẫn nằm yên trên P, không chuyển động. Tăng dần độ nghiêng, $\alpha \geq \alpha_0$, vật chuyển động trượt xuống với gia tốc a. Độ lớn của a chỉ phụ thuộc góc nghiêng α và hệ số μ_t – gọi là *hệ số ma sát trượt* :

$$a = g(\sin\alpha - \mu_t\cos\alpha) \quad (16.1)$$

Bằng cách đo a và α, ta xác định được hệ số ma sát trượt μ_t :

$$\mu_t = \tan\alpha - \frac{a}{g\cos\alpha} \quad (16.2)$$

Gia tốc a xác định theo công thức : $a = \frac{2s}{t^2}$, trong đó quãng đường đi được s đo bằng thước milimét, thời gian t đo bằng đồng hồ đo thời gian hiện số, điều khiển bằng công tắc và cổng quang điện. Góc nghiêng α có thể đọc ngay trên thước đo góc có quả dọi, gắn vào mặt phẳng nghiêng.

III - DỤNG CỤ THÍ NGHIỆM

1. Mặt phẳng nghiêng có gắn thước đo góc và quả dọi.

2. Nam châm điện gắn ở đầu H của mặt phẳng nghiêng, có hộp công tắc đóng ngắt để giữ và thả vật trượt.

3. Giá đỡ mặt phẳng nghiêng.

4. Trụ kim loại (thép) đường kính 3 cm, cao 3 cm dùng làm vật trượt.

5. Máy đo thời gian có cổng quang điện E.

6. Thước thẳng 800 mm.

7. Một ke vuông ba chiều dùng xác định vị trí đầu của vật trượt.

IV - LẮP RÁP THÍ NGHIỆM

1. Đặt máng nghiêng có lắp nam châm điện N (Hình 16.1) và cổng quang điện E lên giá đỡ. Nam châm điện N được lắp ở đầu H của máng nghiêng, nối qua hộp công tắc và cắm vào ổ A của đồng hồ đo thời gian (Xem Hình 8.2, Bài 8) nhờ một phích cắm có 5 chân. Cổng quang điện E nối vào ổ B của đồng hồ đo thời gian.

2. Hạ thấp khớp nối để giảm góc nghiêng α, sao cho khi đặt mặt đáy trụ thép lên máng, trụ không thể tự trượt xuống. Điều chỉnh thăng bằng cho máng nghiêng nhờ các chân vít của giá đỡ, sao cho dây dọi song song với mặt phẳng của thước đo góc.

V - TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM

1. Xác định góc nghiêng giới hạn α_0 để vật bắt đầu trượt trên mặt phẳng nghiêng

a) Đặt mặt đáy trụ thép lên mặt phẳng nghiêng. Tăng dần góc nghiêng α bằng cách đẩy từ từ đầu *I* của nó, để máng nghiêng trượt trên thanh ngang của giá đỡ. Chú ý giữ chắc giá đỡ.

b) Khi vật bắt đầu trượt thì dừng đẩy. Đọc và ghi giá trị α_0 vào Bảng 16.1.

2. Đo hệ số ma sát trượt

a) Đưa khớp nối lên vị trí cao hơn để tạo góc nghiêng $\alpha > \alpha_0$. Đọc giá trị α, ghi vào Bảng 16.1.

b) Đồng hồ đo thời gian làm việc ở MODE $A \leftrightarrow B$ và thang đo 9,999 s. Bật khoá *K* để đưa điện vào đồng hồ đo thời gian hiện số. Khi đó nam châm điện được cấp điện từ ổ *A* của đồng hồ có thể hút và giữ trụ thép trên mặt phẳng nghiêng.

c) Xác định vị trí ban đầu s_0 của trụ thép : Đặt trụ thép lên đầu *H* của máng nghiêng, sát với nam châm, mặt đáy tiếp xúc với mặt phẳng nghiêng. Dùng chiếc ke áp sát mặt nghiêng, đẩy ke đến vị trí chạm vào trụ thép, để xác định vị trí đầu s_0 của trụ thép trên thước đo. Ghi giá trị s_0 vào Bảng 16.1.

d) Nới lỏng vít để dịch chuyển cổng quang điện *E* đến vị trí cách s_0 một khoảng $s = 400$ mm, rồi vặn vít hãm cố định vị trí cổng *E* trên máng nghiêng. Nhấn nút RESET của đồng hồ để đưa chỉ thị số về giá trị 0. 000.

e) Ấn nút trên hộp công tắc để thả cho vật trượt, rồi nhả nhanh trước khi vật đến cổng *E*. Đọc và ghi thời gian trượt *t* vào Bảng 16.1.

f) Đặt lại trụ thép vào vị trí s_0 và lặp lại thêm 4 lần phép đo thời gian *t*.

Kết thúc thí nghiệm : Tắt điện đồng hồ đo thời gian.

Chú ý : Hệ số ma sát phụ thuộc nhiều vào trạng thái bề mặt tiếp xúc giữa các vật (bụi, ẩm ướt, các vật bám dính trên mặt...). Vì vậy cần lau sạch các bề mặt tiếp xúc của máng nghiêng và vật trượt trước khi thực hiện phép đo.

BÁO CÁO THỰC HÀNH

Họ và tên : .... ; Lớp : .... ; Ngày : ....

Tên bài thực hành : ....

1. Trả lời câu hỏi : Lực ma sát xuất hiện khi nào ? Kể tên các loại lực ma sát và viết công thức tính hệ số ma sát trượt ? Phương pháp xác định hệ số ma sát trượt dùng mặt phẳng nghiêng ?

2. Kết quả thực hành

Bảng 16.1. *Xác định hệ số ma sát trượt.*

α_0 = ...; s_0 = ...;		α = ... ± ..... s = ... ±		
n	t	$a = \frac{2s}{t^2}$	$\mu_t = \tan\alpha - \frac{a}{g\cos\alpha}$	$\Delta\mu_t$
1				
2				
3				
4				
5				
Giá trị trung bình				

a) Tính gia tốc a, hệ số ma sát trượt μ_t ứng với mỗi lần đo. Tính giá trị trung bình và sai số tuyệt đối trung bình của μ_t theo Bảng 16.1.

b) Viết kết quả xác định hệ số ma sát trượt :

$$\mu_t = \overline{\mu_t} + \overline{\Delta\mu_t} = \text{.........} \pm \text{.........}$$

CÂU HỎI

1. So sánh giá trị hệ số ma sát trượt xác định được bằng thực nghiệm với hệ số ma sát trượt cho trong Bảng 13.1 (sách giáo khoa Vật lí 10) ?

2. Trong phép đo này, khi tính sai số phép đo μ_t ta đã bỏ qua những loại sai số nào ?

TỔNG KẾT CHƯƠNG II
ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

I - CÂN BẰNG CỦA CHẤT ĐIỂM

1. Điều kiện cân bằng

Muốn cho một chất điểm đứng cân bằng thì hợp lực của các lực tác dụng lên nó phải bằng không.

$$\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + ... = \vec{0}$$

2. Quy tắc hình bình hành

Nếu hai lực đồng quy làm thành hai cạnh của một hình bình hành, thì đường chéo kẻ từ điểm đồng quy biểu diễn hợp lực của chúng.

II - BA ĐỊNH LUẬT NIU-TƠN

1. Định luật I

Nếu một vật không chịu tác dụng của lực nào hoặc chịu tác dụng của các lực có hợp lực bằng không, thì vật đang đứng yên sẽ tiếp tục đứng yên, đang chuyển động sẽ tiếp tục chuyển động thẳng đều.

2. Định luật II

Gia tốc của một vật cùng hướng với lực tác dụng lên vật. Độ lớn của gia tốc tỉ lệ thuận với độ lớn của lực và tỉ lệ nghịch với khối lượng của vật.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \text{ hay } \vec{F} = m\vec{a}$$

3. Định luật III

Trong mọi trường hợp, khi vật A tác dụng lên vật B một lực thì vật B cũng tác dụng lại vật A một lực. Hai lực này có cùng giá, cùng độ lớn, nhưng ngược chiều.

$$\vec{F}_{BA} = -\vec{F}_{AB}$$

III - LỰC VÀ KHỐI LƯỢNG

1. Lực là đại lượng vectơ đặc trưng cho tác dụng của vật này lên vật khác mà kết quả là gây ra gia tốc cho vật hay làm vật biến dạng.

2. Khối lượng là đại lượng vô hướng, đặc trưng cho mức quán tính của mỗi vật.

IV - CÁC LỰC CƠ

1. Lực hấp dẫn - Định luật vạn vật hấp dẫn

a) Lực hấp dẫn giữa hai chất điểm bất kì tỉ lệ thuận với tích hai khối lượng của chúng và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng.

$$F_{hd} = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Hệ số tỉ lệ $G = 6{,}67.10^{-11}$N.m^2/kg^2 được gọi là hằng số hấp dẫn.

b) Trọng lực là lực của Trái Đất tác dụng vào các vật, gây ra cho chúng gia tốc rơi tự do. Trọng lượng là độ lớn của trọng lực.

2. Lực đàn hồi - Định luật Húc

Trong giới hạn đàn hồi, lực đàn hồi của lò xo có độ lớn tỉ lệ thuận với độ biến dạng của lò xo.

$$F_{dh} = k|\Delta l|$$

Hệ số tỉ lệ k gọi là độ cứng của lò xo.

3. Lực ma sát

Có ba loại lực ma sát :

– Lực ma sát trượt luôn ngược chiều với vận tốc của vật trượt trên một bề mặt.

$$F_{mst} = \mu_t N$$

– Lực ma sát lăn cản trở chuyển động lăn của một vật trên một bề mặt. Lực ma sát lăn nhỏ hơn lực ma sát trượt rất nhiều.

– Lực ma sát nghỉ có một giá trị cực đại. Lực ma sát nghỉ cực đại lớn hơn lực ma sát trượt.

4. Lực (hay hợp lực của các lực) tác dụng vào một vật chuyển động tròn đều và gây ra cho vật gia tốc hướng tâm gọi là lực hướng tâm.

$$F_{ht} = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$$

CHƯƠNG III

Cân bằng và chuyển động của vật rắn



Cầu Mỹ Thuận bắc qua sông Tiền.

- Các điều kiện cân bằng. Các quy tắc hợp lực
- Momen lực. Các dạng cân bằng
- Chuyển động tịnh tiến của vật rắn
- Chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định. Ngẫu lực

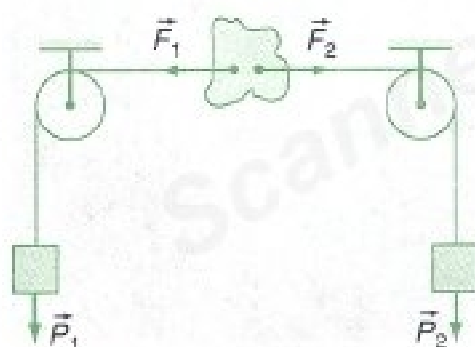
Trong chương này chúng ta khảo sát các điều kiện cân bằng của vật rắn cùng một số đặc điểm của chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay quanh một trục cố định của vật rắn.

17 CÂN BẰNG CỦA MỘT VẬT CHỊU TÁC DỤNG CỦA HAI LỰC VÀ CỦA BA LỰC KHÔNG SONG SONG

Trong đời sống và kĩ thuật chúng ta thường gặp những vật rắn. Đó là những vật có kích thước đáng kể và hầu như không bị biến dạng dưới tác dụng của ngoại lực. Việc xét sự cân bằng của vật rắn mang lại những kết quả có ý nghĩa thực tiễn to lớn.

I - CÂN BẰNG CỦA MỘT VẬT CHỊU TÁC DỤNG CỦA HAI LỰC

1. Thí nghiệm



Hình 17.1

Thí nghiệm được bố trí như ở Hình 17.1. Vật là một chiếc vòng hay một miếng bìa cứng và nhẹ. Hai ròng rọc có trục quay nằm ngang và song song với nhau. **C1**

C1 Có nhận xét gì về phương của hai dây khi vật đứng yên ?

Thí nghiệm cho thấy, vật đứng yên nếu hai trọng lượng P_1 và P_2 bằng nhau và nếu hai dây buộc vào vật nằm trên cùng một đường thẳng. Hai dây này cụ thể hoá giá của hai vectơ lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$.

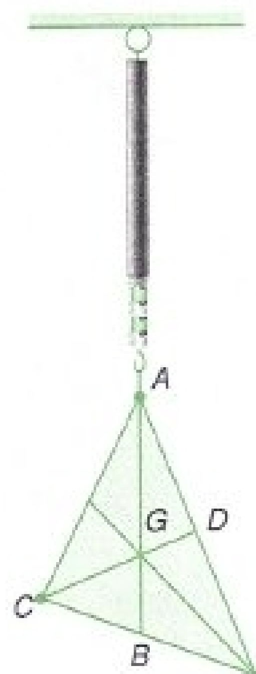
2. Điều kiện cân bằng

Muốn cho một vật chịu tác dụng của hai lực ở trạng thái cân bằng thì hai lực đó phải cùng giá, cùng độ lớn và ngược chiều.

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \qquad (17.1)$$

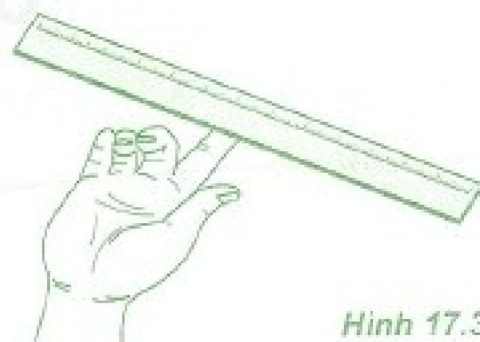
3. Cách xác định trọng tâm của một vật phẳng, mỏng bằng phương pháp thực nghiệm

Như đã biết, trọng tâm là điểm đặt của trọng lực của vật. Dựa vào điều kiện cân bằng trên đây, ta có thể đưa ra cách xác định trọng tâm của vật phẳng, mỏng như sau :



Hình 17.2

Buộc dây vào một lỗ nhỏ *A* ở mép của vật rồi treo nó lên (Hình 17.2). Vật đứng yên dưới tác dụng của hai lực cân bằng : trọng lực của vật đặt tại trọng tâm và lực căng của dây đặt tại điểm *A*. Do đó, trọng tâm của vật phải nằm trên đường kéo dài của dây treo, tức là đường *AB* trên vật. Sau đó, buộc dây vào một điểm khác *C* ở mép vật rồi treo vật lên. Khi ấy, trọng tâm phải nằm trên đường *CD*. Như vậy, trọng tâm *G* là giao điểm của hai đường thẳng *AB* và *CD*.

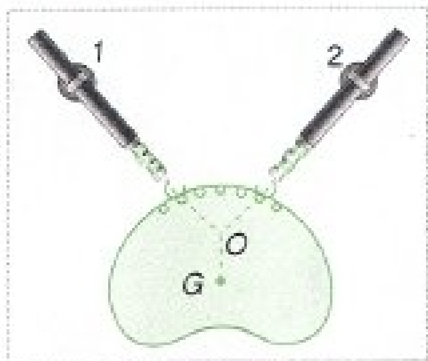

Hình 17.3

Thí nghiệm còn cho thấy, trọng tâm *G* của các vật phẳng, mỏng và có dạng hình học đối xứng nằm ở tâm đối xứng của vật (Hình 17.4). **C2**

C2 Em hãy làm như Hình 17.3 và cho biết trọng tâm của thước dẹt ở đâu.



Hình 17.4



Hình 17.5

C3 Có nhận xét gì về giá của ba lực ?

II - CÂN BẰNG CỦA MỘT VẬT CHỊU TÁC DỤNG CỦA BA LỰC KHÔNG SONG SONG

1. Thí nghiệm

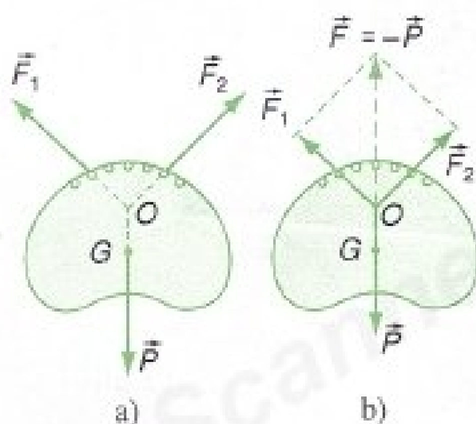
Dùng hai lực kế (gắn vào bảng sắt) treo một vật phẳng mỏng, có trọng lượng P và trọng tâm G đã biết. Hai lực kế cho biết độ lớn của hai lực căng, còn hai dây cho biết giá của hai lực đó (Hình 17.5).

Dùng một dây dọi đi qua trọng tâm để cụ thể hoá giá của trọng lực. C3

Thí nghiệm cho thấy, *giá của ba lực cùng nằm trong một mặt phẳng.*

Dùng một cái bảng để cụ thể hoá mặt phẳng và vẽ trên bảng ba đường thẳng biểu diễn giá của ba lực. Ta nhận thấy, *ba giá đồng quy tại một điểm.*

Vẽ trên bảng ba vectơ $\vec{F_1}$, $\vec{F_2}$ và $\vec{P}$ (Hình 17.6a) theo một tỉ xích quy ước rồi *trượt các vectơ lực trên giá* của chúng đến điểm đồng quy O, ta được hệ ba lực cân bằng giống như ở chất điểm (Hình 17.6b).



Hình 17.6

2. Quy tắc tổng hợp hai lực có giá đồng quy

Muốn tổng hợp hai lực có giá đồng quy tác dụng lên một vật rắn, trước hết ta phải trượt hai vectơ lực đó trên giá của chúng đến điểm đồng quy, rồi áp dụng quy tắc hình bình hành để tìm hợp lực.

3. Điều kiện cân bằng của một vật chịu tác dụng của ba lực không song song

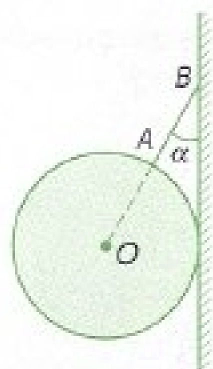
Muốn cho một vật chịu tác dụng của ba lực $\vec{F_1}, \vec{F_2}, \vec{F_3}$ không song song ở trạng thái cân bằng thì :

– *Ba lực đó phải có giá đồng phẳng và đồng quy ;*

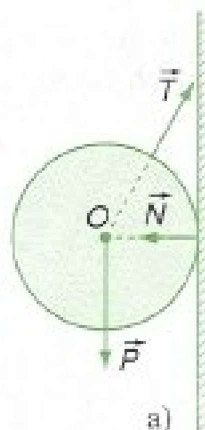
– *Hợp lực của hai lực phải cân bằng với lực thứ ba.*

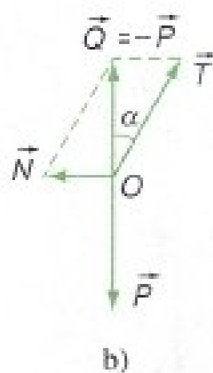
$$\vec{F_1} + \vec{F_2} = -\vec{F_3} \quad (17.2)$$

7.VL10.C-B



Hình 17.7





Hình 17.8

Ví dụ :

Một quả cầu đồng chất có trọng lượng 40 N được treo vào tường nhờ một sợi dây (Hình 17.7). Dây làm với tường một góc $\alpha = 30^o$. Bỏ qua ma sát ở chỗ tiếp xúc của quả cầu với tường. Hãy xác định lực căng của dây và lực của tường tác dụng lên quả cầu.

Giải :

Quả cầu chịu tác dụng của ba lực :

Trọng lực $\vec{P}$, lực căng $\vec{T}$ của dây và lực $\vec{N}$ của tường. Do bỏ qua ma sát nên lực $\vec{N}$ vuông góc với tường. Vì quả cầu đứng yên nên ba lực này phải đồng phẳng và đồng quy tại tâm O của quả cầu (Hình 17.8a).

Ta trượt ba lực trên giá của chúng đến điểm đồng quy, rồi thực hiện phép tổng hợp lực như đã làm đối với chất điểm. Từ các tam giác lực (Hình 17.8b), ta có :

$$N = P\tan\alpha = 40\tan30^o \approx 23 \text{ N}.$$
$$T = 2N \approx 46 \text{ N}.$$

Điều kiện cân bằng của một vật chịu tác dụng của hai lực là hai lực đó phải cùng giá, cùng độ lớn và ngược chiều.

Điều kiện cân bằng của một vật chịu tác dụng của ba lực không song song :

– Ba lực đó phải có giá đồng phẳng và đồng quy.

– Hợp lực của hai lực phải cân bằng với lực thứ ba.

Quy tắc tổng hợp hai lực có giá đồng quy :

Muốn tổng hợp hai lực có giá đồng quy, trước hết ta phải trượt hai vectơ lực đó trên giá của chúng đến điểm đồng quy, rồi áp dụng quy tắc hình bình hành để tìm hợp lực.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Phát biểu điều kiện cân bằng của một vật rắn chịu tác dụng của hai lực.

2. Trọng tâm của một vật là gì ? Trình bày phương pháp xác định trọng tâm của vật phẳng, mỏng bằng thực nghiệm.

3. Cho biết trọng tâm của một số vật đồng chất và có dạng hình học đối xứng.

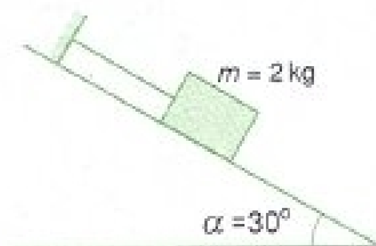
4. Phát biểu quy tắc tổng hợp hai lực đồng quy.

5. Điều kiện cân bằng của một vật chịu tác dụng của ba lực không song song là gì ?

6. Một vật có khối lượng m = 2 kg được giữ yên trên một mặt phẳng nghiêng bởi một sợi dây song song với đường dốc chính (Hình 17.9). Biết góc nghiêng $\alpha = 30^o$, g = 9,8 m/s^2 và ma sát là không đáng kể. Hãy xác định :

a) lực căng của dây ;

b) phản lực của mặt phẳng nghiêng lên vật.

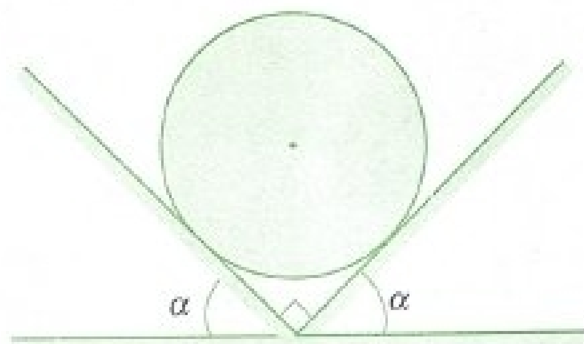


Hình 17.9

7. Hai mặt phẳng đỡ tạo với mặt phẳng nằm ngang các góc $\alpha = 45^o$. Trên hai mặt phẳng đó người ta đặt một quả cầu đồng chất có khối lượng 2 kg (Hình 17.10). Bỏ qua ma sát và lấy g = 10 m/s^2. Hỏi áp lực của quả cầu lên mỗi mặt phẳng đỡ bằng bao nhiêu ?

A. 20 N ; B. 28 N ;

C. 14 N ; D. 1,4 N.



Hình 17.10

8. Một quả cầu đồng chất có khối lượng 3 kg được treo vào tường nhờ một sợi dây. Dây làm với tường một góc $\alpha = 20^o$ (Hình 17.11). Bỏ qua ma sát ở chỗ tiếp xúc của quả cầu với tường, lấy g = 9,8 m/s^2.

Lực căng T của dây là bao nhiêu ?

A. 88 N ; B. 10 N ;

C. 28 N ; D. 32 N.



Hình 17.11

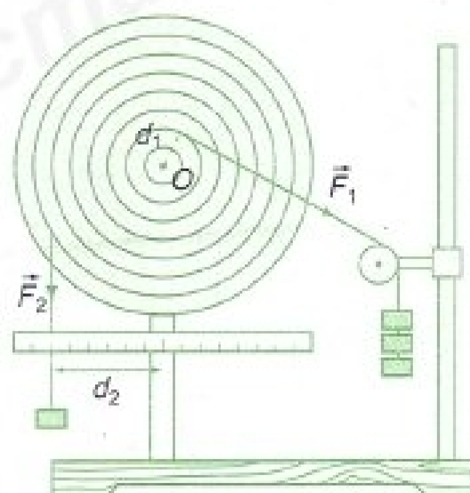
18 CÂN BẰNG CỦA MỘT VẬT CÓ TRỤC QUAY CỐ ĐỊNH MOMEN LỰC

Chắc chắn em đã biết câu nói nổi tiếng của Ác-si-mét khi ông khám phá ra quy tắc đòn bẩy : "Hãy cho tôi một điểm tựa, tôi sẽ nhấc bổng Trái Đất". Tuy nhiên, đòn bẩy chỉ là trường hợp riêng của một vật rắn có trục quay và quy tắc đòn bẩy chỉ là trường hợp riêng của một quy tắc tổng quát hơn mà ta sẽ học dưới đây.

I - CÂN BẰNG CỦA MỘT VẬT CÓ TRỤC QUAY CỐ ĐỊNH. MOMEN LỰC

1. Thí nghiệm

Dùng một đĩa tròn có trục quay đi qua tâm O, trên mặt đĩa có những lỗ dùng để treo những quả cân. Ta tác dụng vào đĩa hai lực $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$ nằm trong mặt phẳng của đĩa, sao cho đĩa vẫn đứng yên (Hình 18.1).



Hình 18.1

Ta có thể giải thích trạng thái cân bằng của đĩa như sau : Nếu không có lực $\vec{F_2}$ thì lực $\vec{F_1}$ sẽ làm cho đĩa quay theo chiều kim đồng hồ. Ngược lại, nếu không có lực $\vec{F_1}$ thì lực $\vec{F_2}$ sẽ làm cho đĩa quay ngược chiều kim đồng hồ. Sở dĩ đĩa đứng yên là vì *tác dụng làm quay của lực $\vec{F_1}$ cân bằng với tác dụng làm quay của lực $\vec{F_2}$*.

2. Momen lực

Ta hãy tìm một đại lượng có thể đặc trưng cho tác dụng làm quay của lực, đại lượng này phải có giá trị như nhau đối với hai lực $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$ trong thí nghiệm trên.

Ta có nhận xét, lực F_1 lớn gấp 3 lần lực F_2, nhưng khoảng cách d_2 từ trục quay đến giá của lực $\vec{F_2}$ lại lớn gấp 3 lần khoảng cách d_1 từ trục quay đến giá của lực $\vec{F_1}$. Do đó, nếu lập tích Fd thì ta có :

$$F_1d_1 = F_2d_2.$$

Lặp lại thí nghiệm bằng cách thay đổi khoảng cách d_1 và độ lớn của lực $\vec{F_1}$, sao cho $F_1d_1 = F_2d_2$ thì đĩa vẫn đứng yên.

Như vậy, ta có cơ sở để lấy tích Fd làm đại lượng đặc trưng cho tác dụng làm quay của lực $\vec{F}$ và *gọi là momen lực, kí hiệu là M*. Còn khoảng cách d từ trục quay đến giá của lực gọi là *cánh tay đòn của lực*. Từ đó, ta có định nghĩa sau đây :

Momen lực đối với một trục quay là đại lượng đặc trưng cho tác dụng làm quay của lực và được đo bằng tích của lực với cánh tay đòn của nó.

$$M = Fd \quad (18.1)$$

Đơn vị của momen lực là niutơn mét (N.m).

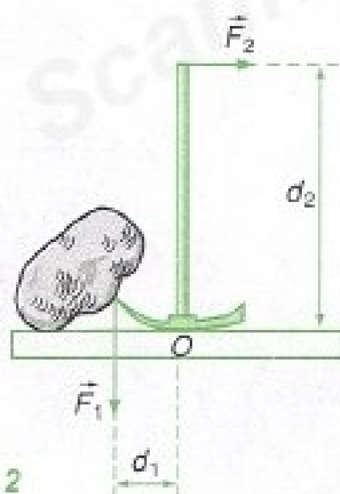
II – ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG CỦA MỘT VẬT CÓ TRỤC QUAY CỐ ĐỊNH (HAY QUY TẮC MOMEN LỰC)

1. Quy tắc

Muốn cho một vật có trục quay cố định ở trạng thái cân bằng, thì tổng các momen lực có xu hướng làm vật quay theo chiều kim đồng hồ phải bằng tổng các momen lực có xu hướng làm vật quay ngược chiều kim đồng hồ.

2. Chú ý

Quy tắc momen lực còn được áp dụng cho cả trường hợp một vật không có trục quay cố định nếu như trong một tình huống cụ thể nào đó ở vật xuất hiện trục quay. Chẳng hạn như ta hãy xét trạng thái cân bằng của một chiếc cuốc chim đang được dùng để bẩy một tảng đá (Hình 18.2). Nếu ta thôi không tác dụng lực $\vec{F_2}$ vào cán, thì dưới tác dụng của lực $\vec{F_1}$ của tảng đá, chiếc cuốc chim sẽ quay quanh trục quay O đi qua điểm tiếp xúc của cuốc với mặt đất. **C1**



Hình 18.2

C1 Hãy viết quy tắc momen lực cho chiếc cuốc chim khi cân bằng (Hình 18.2).

- **Momen lực đối với một trục quay là đại lượng đặc trưng cho tác dụng làm quay của lực và được đo bằng tích của lực với cánh tay đòn của nó.**

$$M = Fd$$

- **Đơn vị của momen lực là niutơn mét, kí hiệu là N.m.**
- **Quy tắc momen lực :**

Muốn cho một vật có trục quay cố định ở trạng thái cân bằng, thì tổng các momen lực có xu hướng làm vật quay theo chiều kim đồng hồ phải bằng tổng các momen lực có xu hướng làm vật quay ngược chiều kim đồng hồ.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

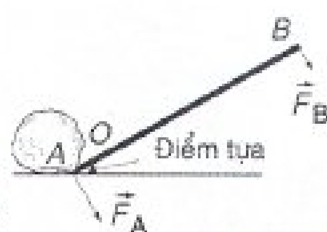


1. Momen lực đối với một trục quay là gì ? Cánh tay đòn của lực là gì ?

   Khi nào thì lực tác dụng vào một vật có trục quay cố định không làm cho vật quay ?

2. Phát biểu điều kiện cân bằng của một vật có trục quay cố định (hay quy tắc momen lực).

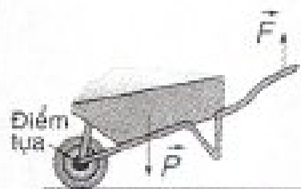
3. Hãy vận dụng quy tắc momen lực vào các trường hợp sau :



Hình 18.3

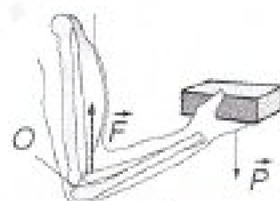
   a) Một người dùng xà beng để bẩy một hòn đá (Hình 18.3).

   b) Một người cầm càng xe cút kít nâng lên (Hình 18.4).



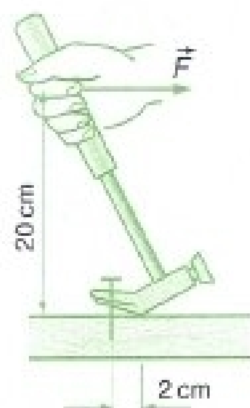
Hình 18.4

   c) Một người cầm hòn gạch trên tay (Hình 18.5).



Hình 18.5

4. Một người dùng búa để nhổ một chiếc đinh (Hình 18.6). Khi người ấy tác dụng một lực 100 N vào đầu búa thì đinh bắt đầu chuyển động. Hãy tính lực cản của gỗ tác dụng vào đinh.



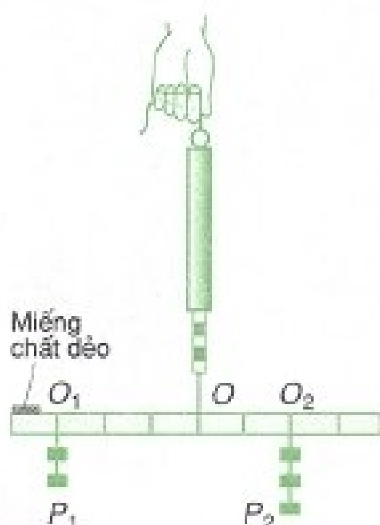
Hình 18.6

5. Hãy giải thích nguyên tắc hoạt động của chiếc cân (Hình 18.7).


Hình 18.7

19 QUY TẮC HỢP LỰC SONG SONG CÙNG CHIỀU

Muốn tìm hợp lực của hai lực đồng quy, ta áp dụng quy tắc hình bình hành. Muốn tìm hợp lực của hai lực song song, ta áp dụng quy tắc nào ?



Hình 19.1

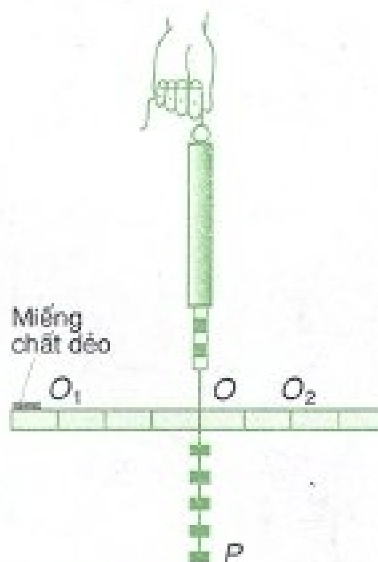
I - THÍ NGHIỆM

Dùng một thước dài, cứng và nhẹ, có trọng tâm tại O và dùng một lực kế móc vào một lỗ nhỏ tại O để treo thước lên (Hình 19.1). Điều chỉnh cho thước nằm ngang nhờ một miếng chất dẻo gắn ở một đầu của thước.

1. Sau đó treo hai chùm quả cân có trọng lượng P_1 và P_2 khác nhau vào hai phía của thước, rồi thay đổi khoảng cách d_1 và d_2 từ hai điểm treo O_1, O_2 đến O để cho thước nằm ngang. **C1**

C1 a) Lực kế chỉ giá trị F bằng bao nhiêu ?

b) Chứng minh rằng, có thể tìm được tỉ số $\frac{P_1}{P_2} = \frac{d_2}{d_1}$ (cho bởi thí nghiệm) bằng cách vận dụng quy tắc momen lực đối với trục quay O.



Hình 19.2

2. Bây giờ nếu ta tháo hai chùm quả cân đem treo chung vào trọng tâm O của thước thì thấy thước vẫn nằm ngang và lực kế vẫn chỉ giá trị $F = P_1 + P_2$ như trước (Hình 19.2). Vậy trọng lực $\vec{P} = \vec{P_1} + \vec{P_2}$ đặt tại điểm O của thước là hợp lực của hai lực $\vec{P_1}$ và $\vec{P_2}$ đặt tại hai điểm O_1 và O_2. **C2**

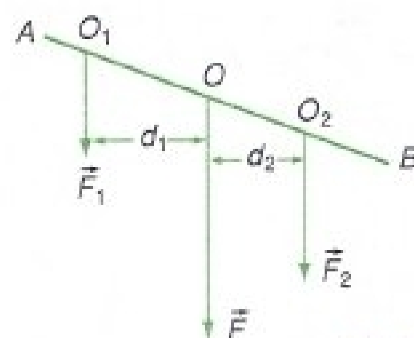
C2 Coi thước là một đoạn thẳng nằm ngang. Hãy biểu diễn các vectơ lực $\vec{P_1}$, $\vec{P_2}$ và hợp lực $\vec{P}$ của chúng.

II - QUY TẮC TỔNG HỢP HAI LỰC SONG SONG CÙNG CHIỀU

1. Quy tắc

a) Hợp lực của hai lực song song cùng chiều là một lực song song, cùng chiều và có độ lớn bằng tổng các độ lớn của hai lực ấy.

b) Giá của hợp lực chia khoảng cách giữa hai giá của hai lực song song thành những đoạn tỉ lệ nghịch với độ lớn của hai lực ấy (Hình 19.3).



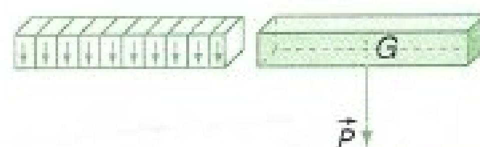
Hình 19.3

$$F = F_1 + F_2$$
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1} \text{ (chia trong)} \quad (19.1)$$

Dễ dàng thấy rằng, quy tắc trên vẫn đúng cho cả trường hợp thanh AB không vuông góc với hai lực thành phần $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$ (Hình 19.3).

2. Chú ý

a) Quy tắc tổng hợp hai lực song song cùng chiều giúp ta hiểu thêm về trọng tâm của vật. Thật vậy, bất kì vật nào cũng có thể chia thành một số lớn các phần nhỏ, mỗi phần có trọng lực rất nhỏ. Hợp lực của các trọng lực rất nhỏ ấy là trọng lực của vật. Điểm đặt của hợp lực là trọng tâm của vật (Hình 19.4).

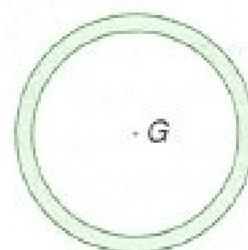


Hình 19.4

Đối với những vật đồng chất và có dạng hình học đối xứng thì trọng tâm nằm ở tâm đối xứng của vật. C3

C3 a) Tại sao trọng tâm của chiếc nhẫn lại nằm ngoài phần vật chất của vật (Hình 19.5) ?

b) Nêu một số vật khác có trọng tâm nằm ngoài phần vật chất của vật.



Hình 19.5

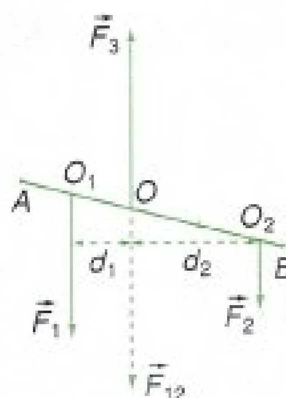
b) Có nhiều khi ta phải phân tích một lực $\vec{F}$ thành hai lực thành phần $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$ song song và cùng chiều với lực $\vec{F}$. Vì đây là phép làm ngược lại với tổng hợp lực nên ta có :

$$F_1 + F_2 = F$$
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

Từ hệ phương trình trên ta suy ra hai lực F_1 và F_2.

C4 Vận dụng quy tắc hợp lực song song cùng chiều, hãy nêu những đặc điểm của hệ ba lực song song cân bằng (Hình 19.6).

C4



Hình 19.6

Quy tắc tổng hợp hai lực song song cùng chiều :

– Hợp lực của hai lực song song cùng chiều là một lực song song, cùng chiều và có độ lớn bằng tổng các độ lớn của hai lực ấy ;

– Giá của hợp lực chia khoảng cách giữa hai giá của hai lực song song thành những đoạn tỉ lệ nghịch với độ lớn của hai lực ấy.

$$F = F_1 + F_2$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

(chia trong)

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Phát biểu quy tắc tổng hợp hai lực song song cùng chiều.

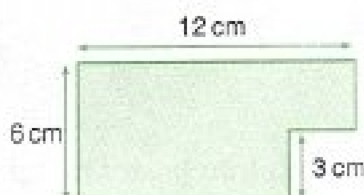
2. Một người gánh một thùng gạo nặng 300 N và một thùng ngô nặng 200 N. Đòn gánh dài 1 m. Hỏi vai người đó phải đặt ở điểm nào, chịu một lực bằng bao nhiêu ? Bỏ qua trọng lượng của đòn gánh.

3. Hai người dùng một chiếc gậy để khiêng một cỗ máy nặng 1 000 N. Điểm treo cỗ máy cách vai người đi trước 60 cm và cách vai người đi sau 40 cm. Bỏ qua trọng lượng của gậy, hỏi mỗi người chịu một lực bằng bao nhiêu ?

4. Một tấm ván nặng 240 N được bắc qua một con mương. Trọng tâm của tấm ván cách điểm tựa *A* 2,4 m và cách điểm tựa *B* 1,2 m. Hỏi lực mà tấm ván tác dụng lên điểm tựa *A* bằng bao nhiêu ?

   A. 160 N ; B. 80 N ;
   C. 120 N ; D. 60 N.

5. Hãy xác định trọng tâm của một bản phẳng mỏng, đồng chất, hình chữ nhật, dài 12 cm, rộng 6 cm, bị cắt mất một phần hình vuông có cạnh 3 cm ở một góc (Hình 19.7)



Hình 19.7

20 CÁC DẠNG CÂN BẰNG CÂN BẰNG CỦA MỘT VẬT CÓ MẶT CHÂN ĐẾ

Tại sao ô tô chất trên nóc nhiều hàng nặng dễ bị lật đổ ở chỗ đường nghiêng ?

Tại sao không lật đổ được con lật đật (Hình 20.1) ?



Hình 20.1

I - CÁC DẠNG CÂN BẰNG

Chúng ta hãy xét tính chất của các dạng cân bằng. Muốn thế ta hãy xét sự cân bằng của những vật có một điểm tựa hay một trục quay cố định.

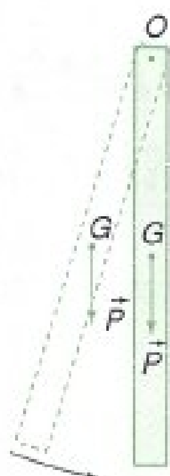
1. Cân bằng không bền

Chọn một thước có một trục quay nằm ngang xuyên qua một lỗ *O* ở một đầu thước. Đặt thước đứng yên ở vị trí thẳng đứng như Hình 20.2. Khi ấy, trọng lực có giá đi qua trục quay nên không gây ra momen quay.

Nhưng giữ thước ở vị trí cân bằng này rất khó, vì chỉ cần làm thước lệch đi một chút thôi, thì lập tức trọng lực gây ra một momen làm thước quay ra xa vị trí cân bằng. Dạng cân bằng như vậy gọi là *cân bằng không bền. Một vật bị lệch ra khỏi vị trí cân bằng không bền thì không thể tự trở về được vị trí đó.*



Hình 20.2

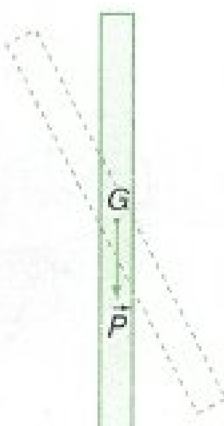


Hình 20.3

2. Cân bằng bền

Trái lại, nếu đặt thước đứng yên ở vị trí như ở Hình 20.3 thì thấy rằng không dễ gì làm cho thước rời khỏi vị trí cân bằng này. Thật vậy, nếu thước bị lệch khỏi vị trí cân bằng này thì trọng lực gây ra momen làm thước quay trở về vị trí đó. Dạng cân bằng như vậy gọi là *cân bằng bền*.

3. Cân bằng phiếm định



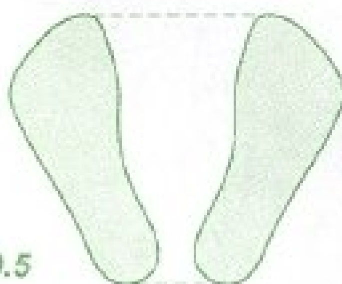
Hình 20.4

Chọn một thước có trục quay nằm ngang đi qua trọng tâm của nó (Hình 20.4). Khi ấy, thước đứng yên tại mọi vị trí, vì trọng lực có điểm đặt tại trục quay nên không gây ra momen quay. Dạng cân bằng này gọi là *cân bằng phiếm định*.

Nguyên nhân nào đã gây nên các dạng cân bằng khác nhau ? Đó là *vị trí của trọng tâm của vật*. Ở dạng cân bằng không bền, trọng tâm ở *vị trí cao nhất* so với các vị trí lân cận. Ở dạng cân bằng bền, trọng tâm ở vị trí *thấp nhất* so với các vị trí lân cận. Còn ở dạng cân bằng phiếm định, vị trí *trọng tâm không thay đổi hoặc ở một độ cao không đổi*.

II - CÂN BẰNG CỦA MỘT VẬT CÓ MẶT CHÂN ĐẾ

1. Mặt chân đế là gì ?


Hình 20.5

Có những vật tiếp xúc với mặt phẳng đỡ chúng bằng cả một mặt đáy, như cốc nước đặt trên bàn, hòm gỗ đặt trên sàn nhà... Khi ấy, *mặt chân đế* là *mặt đáy* của vật.

Có những vật tiếp xúc với mặt phẳng đỡ chỉ ở một số diện tích rời nhau, như bàn, ghế, ô tô... Khi ấy, *mặt chân đế là hình đa giác lồi nhỏ nhất bao bọc tất cả các diện tích tiếp xúc đó*.

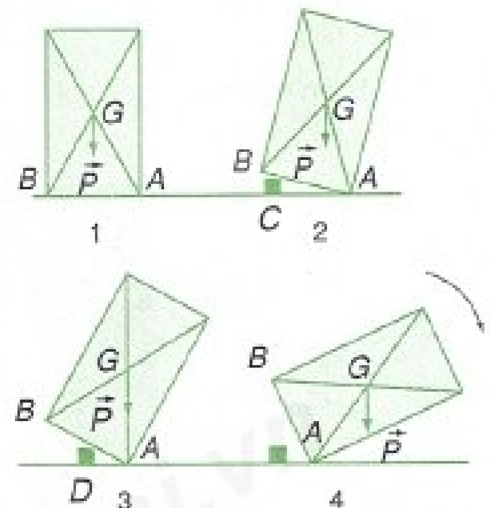
Hình 20.5 vẽ mặt chân đế của một người đứng trên mặt đất.

2. Điều kiện cân bằng

Đặt một khối hình hộp lên một mặt phẳng đỡ nằm ngang theo những vị trí khác nhau (Hình 20.6). C1

C1 Hãy xác định mặt chân đế của khối hộp ở các vị trí 1, 2, 3, 4.

Ở hai vị trí 1 và 2, trọng lực có giá xuyên qua mặt chân đế. Nếu nghiêng vật đi một chút, thì trọng lực gây ra một momen đối với điểm tựa A làm vật quay trở về vị trí cũ. Vậy, hai vị trí này là hai vị trí cân bằng bền. Ở vị trí 3, trọng lực có giá đi qua điểm tựa A, tức là xuyên qua mép của mặt chân đế, nên vị trí này là vị trí cân bằng không bền. Còn ở vị trí 4, trọng lực có giá không xuyên qua mặt chân đế, nên gây ra một momen lực lật đổ vật.



Hình 20.6

Từ những thí nghiệm trên ta rút ra kết luận :

Điều kiện cân bằng của một vật có mặt chân đế là giá của trọng lực phải xuyên qua mặt chân đế (hay là trọng tâm "rơi" trên mặt chân đế).

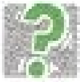
3. Mức vững vàng của cân bằng

Các vị trí cân bằng trên đây khác nhau về mức vững vàng. Vị trí 1 vững vàng nhất, còn vị trí 3 kém vững nhất. *Mức vững vàng của cân bằng được xác định bởi độ cao của trọng tâm và diện tích của mặt chân đế.* Trọng tâm của vật càng cao và diện tích của mặt chân đế càng nhỏ thì vật càng dễ bị lật đổ và ngược lại. C2

C2 Hãy trả lời hai câu hỏi ở phần mở bài.

- **Có ba dạng cân bằng là cân bằng bền, cân bằng không bền và cân bằng phiếm định.**
- **Khi vật bị kéo ra khỏi vị trí cân bằng một chút mà trọng lực của vật có xu hướng :**
  - **kéo nó trở về vị trí cân bằng, thì đó là vị trí cân bằng bền ;**
  - **kéo nó ra xa vị trí cân bằng, thì đó là vị trí cân bằng không bền ;**
  - **giữ nó đứng yên ở vị trí mới thì đó là vị trí cân bằng phiếm định.**
- **Điều kiện cân bằng của một vật có mặt chân đế là giá của trọng lực phải xuyên qua mặt chân đế (hay trọng tâm "rơi" trên mặt chân đế).**
- **Muốn tăng mức vững vàng của vật có mặt chân đế thì hạ thấp trọng tâm và tăng diện tích mặt chân đế của vật.**

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Thế nào là dạng cân bằng bền ? không bền ? phiếm định ?

2. Vị trí trọng tâm của vật có vai trò gì đối với mỗi dạng cân bằng ?

3. Điều kiện cân bằng của một vật có mặt chân đế là gì ?



Hình 20.7

4. Hãy chỉ rõ dạng cân bằng của :

a) nghệ sĩ xiếc đang đứng trên dây (Hình 20.7) ;

b) cái bút chì được cắm vào con dao nhíp (Hình 20.8) ;



Hình 20.8

c) quả cầu đồng chất trên một mặt có dạng như Hình 20.9.



Hình 20.9

5. Người ta đã làm thế nào để thực hiện được mức vững vàng cao của trạng thái cân bằng ở những vật sau đây ?

a) Đèn để bàn.

b) Xe cần cẩu.

c) Ô tô đua.

6. Một xe tải lần lượt chở các vật liệu sau với khối lượng bằng nhau : thép lá, gỗ và vải. Trong trường hợp nào thì xe khó bị đổ nhất ? dễ bị đổ nhất ?

21 CHUYỂN ĐỘNG TỊNH TIẾN CỦA VẬT RẮN
CHUYỂN ĐỘNG QUAY CỦA VẬT RẮN QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

Chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay quanh một trục cố định là hai chuyển động đơn giản nhất của vật rắn. Mọi chuyển động phức tạp của vật rắn đều có thể phân tích thành hai chuyển động nói trên. Có thể nêu một vài ví dụ minh hoạ :

– Chuyển động của một chiếc đinh vít trong tấm gỗ (Hình 21.1) ;

– Chuyển động của bánh xe đang lăn trên đường ;

– Chuyển động của một vận động viên nháy cầu (Hình 21.2).



Hình 21.1



Hình 21.2

I - CHUYỂN ĐỘNG TỊNH TIẾN CỦA MỘT VẬT RẮN

1. Định nghĩa

Chuyển động tịnh tiến của một vật rắn là chuyển động trong đó đường thẳng nối hai điểm bất kì của vật luôn luôn song song với chính nó.



C1 Chuyển động của những vật sau đây có phải là chuyển động tịnh tiến không ? Tại sao ?

– Chuyển động của bè nứa trên một đoạn sông thẳng.

– Chuyển động của người ngồi trong chiếc đu đang quay (Hình 21.3).



Hình 21.3

2. Gia tốc của vật chuyển động tịnh tiến

Trong chuyển động tịnh tiến, tất cả các điểm của vật đều chuyển động như nhau, nghĩa là đều có cùng một gia tốc.

Vì vậy, ta có thể coi vật như một chất điểm và áp dụng định luật II Niu-tơn để tính gia tốc của vật :

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \text{ hay } \vec{F} = m\vec{a} \qquad (21.1)$$

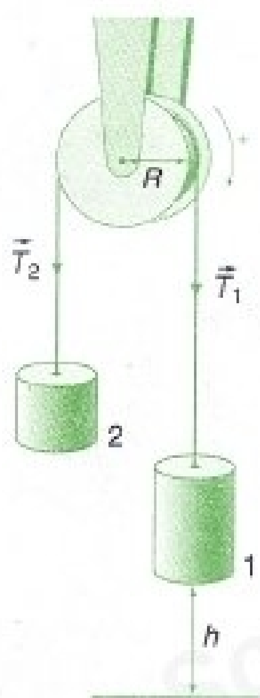
trong đó $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + ...$ là hợp lực của các lực tác dụng vào vật, còn m là khối lượng của vật.

Trong trường hợp vật chuyển động tịnh tiến thẳng, ta nên chọn hệ trục toạ độ Đề-các, có trục Ox cùng hướng với chuyển động, rồi chiếu phương trình vectơ $\vec{F} = m\vec{a}$ lên trục toạ độ đó.

$$Ox : F_{1X} + F_{2X} + ... = ma \qquad (21.2)$$

Trong nhiều trường hợp phương trình (21.2) không đủ để tính gia tốc a. Khi ấy cần thêm một phương trình nữa bằng cách chiếu phương trình vectơ $\vec{F} = m\vec{a}$ lên trục Oy.

$$Oy : F_{1Y} + F_{2Y} + ... = 0 \qquad (21.3)$$



Hình 21.4

II – CHUYỂN ĐỘNG QUAY CỦA VẬT RẮN QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

1. Đặc điểm của chuyển động quay. Tốc độ góc

a) Khi một vật rắn quay quanh một trục cố định, thì mọi điểm của vật đều quay được cùng một góc trong cùng một khoảng thời gian. Nói cách khác, mọi điểm của vật có cùng tốc độ góc ω, gọi là *tốc độ góc* của vật.

b) Vật quay đều thì ω = const. Vật quay nhanh dần thì ω tăng dần. Vật quay chậm dần thì ω giảm dần.

C2 Tại sao khi hai vật có trọng lượng bằng nhau thì ròng rọc vẫn đứng yên sau khi thả tay ?

2. Tác dụng của momen lực đối với một vật quay quanh một trục

a) Thí nghiệm

Dùng một ròng rọc có dạng là một đĩa phẳng tròn có khối lượng đáng kể và có thể quay không ma sát quanh một trục cố định. Dùng một sợi dây không dãn, khối lượng không đáng kể, vắt qua ròng rọc, hai đầu dây treo hai vật nặng khác nhau ($P_1 > P_2$) (Hình 21.4). **C2**

Giữ vật 1 ở độ cao h so với sàn rồi thả nhẹ, ta thấy hai vật chuyển động nhanh dần, còn ròng rọc thì quay nhanh dần. **C3**

C3 Đo thời gian chuyển động của vật 1 cho đến khi chạm sàn (gọi là t_0).

b) Giải thích

Ta giải thích hiện tượng này như thế nào ?

Vì hai vật có trọng lượng khác nhau ($P_1 > P_2$) nên hai nhánh dây tác dụng vào ròng rọc hai lực căng khác nhau ($T_1 > T_2$). Nếu chọn chiều quay của ròng rọc làm chiều dương thì momen của lực T_1 có giá trị dương, còn momen của lực T_2 có giá trị âm. Momen lực toàn phần tác dụng vào ròng rọc là $M = (T_1 - T_2)R$. Momen này khác không làm cho ròng rọc quay nhanh dần.

c) Kết luận

Momen lực tác dụng vào một vật quay quanh một trục cố định làm thay đổi tốc độ góc của vật.

3. Mức quán tính trong chuyển động quay

a) Trong chuyển động quay quanh một trục, mọi vật cũng có mức quán tính giống như trong chuyển động tịnh tiến. Khi tác dụng cùng một momen lực lên các vật khác nhau, tốc độ góc của vật nào tăng chậm hơn thì vật đó có *mức quán tính* lớn hơn và ngược lại.

b) Mức quán tính của một vật quay quanh một trục phụ thuộc những yếu tố nào ?

Thí nghiệm 1. Thay đổi khối lượng của ròng rọc còn các yếu tố khác thì giữ nguyên. Muốn thế, ta chọn một ròng rọc làm bằng vật liệu khác nhưng có cùng kích thước và kiểu dáng rồi lặp lại thí nghiệm như ở mục II.2. **C4**

C4 Đo thời gian chuyển động t_1 của vật 1 cho tới khi chạm sàn. So sánh t_1 với t_0 rồi rút ra kết luận về mức quán tính của vật.

Thí nghiệm 2. Thay đổi sự phân bố khối lượng của ròng rọc đối với trục quay. Muốn thế ta chọn một ròng rọc khác có cùng bán kính, cùng khối lượng nhưng phân bố chủ yếu ở vành ngoài (Hình 21.5). Lặp lại thí nghiệm như ở mục II.2. **C5**

C5 Đo thời gian chuyển động t_2 của vật 1 cho tới khi chạm sàn, so sánh với t_0 để rút ra kết luận về mức quán tính của vật.



Hình 21.5

c) Kết luận

Các thí nghiệm cho thấy :

Mức quán tính của một vật quay quanh một trục phụ thuộc vào khối lượng của vật và vào sự phân bố khối lượng đó đối với trục quay. Khối lượng của vật càng lớn và được phân bố càng xa trục quay thì **momen quán tính** càng lớn và ngược lại.

Thí nghiệm còn cho thấy, khi một vật đang quay mà chịu một momen cản thì vật quay chậm lại. Vật nào có mức quán tính lớn hơn thì tốc độ góc của vật đó giảm chậm hơn và ngược lại.

- **Chuyển động tịnh tiến của một vật rắn là chuyển động trong đó đường thẳng nối hai điểm bất kì của vật luôn luôn song song với chính nó.**
- **Gia tốc của chuyển động tịnh tiến được xác định bằng định luật II Niu-tơn :**

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \text{ hay } \vec{F} = m\vec{a}$$

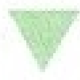
trong đó $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + ...$ là hợp lực tác dụng lên vật, m là khối lượng của nó.

- **Momen lực tác dụng vào một vật quay quanh một trục cố định làm thay đổi tốc độ góc của vật.**
- **Mọi vật quay quanh một trục đều có mức quán tính. Mức quán tính của vật càng lớn thì vật càng khó thay đổi tốc độ góc và ngược lại.**
- **Mức quán tính của một vật quay quanh một trục phụ thuộc vào khối lượng của vật và sự phân bố khối lượng đó đối với trục quay.**

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Thế nào là chuyển động tịnh tiến ? Cho một ví dụ về chuyển động tịnh tiến thẳng và một ví dụ về chuyển động tịnh tiến cong.
2. Có thể áp dụng định luật II Niu-tơn cho chuyển động tịnh tiến được không ? Tại sao ?
3. Momen lực có tác dụng như thế nào đối với một vật quay quanh một trục cố định ?
4. Mức quán tính của một vật quay quanh một trục phụ thuộc những yếu tố nào ?



5. Một vật có khối lượng m = 40 kg bắt đầu trượt trên sàn nhà dưới tác dụng của một lực nằm ngang F = 200 N. Hệ số ma sát trượt giữa vật và sàn μ_t = 0,25. Hãy tính :

a) gia tốc của vật ;

b) vận tốc của vật ở cuối giây thứ ba ;

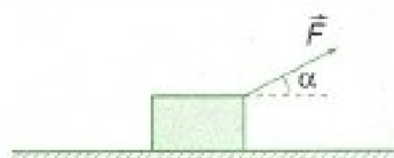
c) đoạn đường mà vật đi được trong 3 giây đầu. Lấy g = 10 m/s^2.

8.VL10.C-B

6. Một vật có khối lượng $m = 4,0$ kg chuyển động trên mặt sàn nằm ngang dưới tác dụng của một lực $\vec{F}$ hợp với hướng chuyển động một góc $\alpha = 30^o$ (Hình 21.6). Hệ số ma sát trượt giữa vật và sàn là $\mu_t = 0,30$. Tính độ lớn của lực để :

a) vật chuyển động với gia tốc bằng 1,25 m/s^2 ;

b) vật chuyển động thẳng đều. Lấy $g = 10$ m/s^2.



Hình 21.6

7. Một xe ca có khối lượng 1 250 kg được dùng để kéo một xe moóc có khối lượng 325 kg. Cả hai xe cùng chuyển động với gia tốc 2,15 m/s^2. Bỏ qua chuyển động quay của các bánh xe. Hãy xác định :

a) hợp lực tác dụng lên xe ca ;

b) hợp lực tác dụng lên xe moóc.

8. Một vật đang quay quanh một trục với tốc độ góc $\omega = 6,28$ rad/s. Nếu bỗng nhiên momen lực tác dụng lên nó mất đi thì

A. vật dừng lại ngay.

B. vật đổi chiều quay.

C. vật quay đều với tốc độ góc $\omega = 6,28$ rad/s.

D. vật quay chậm dần rồi dừng lại.

Chọn đáp án đúng

9. Đối với vật quay quanh một trục cố định, câu nào sau đây là đúng ?

A. Nếu không chịu momen lực tác dụng thì vật phải đứng yên.

B. Khi không còn momen lực tác dụng thì vật đang quay sẽ lập tức dừng lại.

C. Vật quay được là nhờ có momen lực tác dụng lên nó.

D. Khi thấy tốc độ góc của vật thay đổi thì chắc chắn là đã có momen lực tác dụng lên vật.

10. Mức quán tính của một vật quay quanh một trục không phụ thuộc vào

A. khối lượng của vật.

B. hình dạng và kích thước của vật.

C. tốc độ góc của vật.

D. vị trí của trục quay.

Chọn đáp án đúng

Em có biết ?

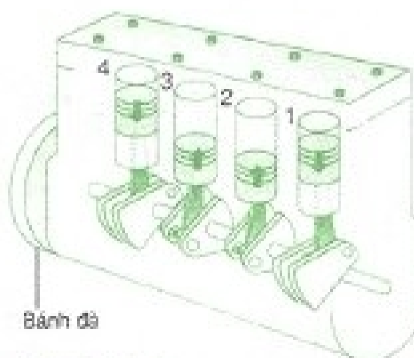
BÁNH ĐÀ

Trong kĩ thuật người ta thường dùng bánh đà. Bánh đà là một bánh xe bằng thép có mức quán tính lớn. Nhờ có bánh đà mà máy móc, xe cộ chạy êm. Dưới đây là một vài ví dụ.

Khi mài các lưỡi dao trên máy mài, người ta ép nhẹ lưỡi dao vào vành của đĩa mài đang quay. Lưỡi dao đã tác dụng vào đĩa mài một momen cản. Muốn cho tốc độ góc của đĩa mài giảm ít thì phải dùng đĩa mài có mức quán tính lớn (Hình 21.7).



Hình 21.7



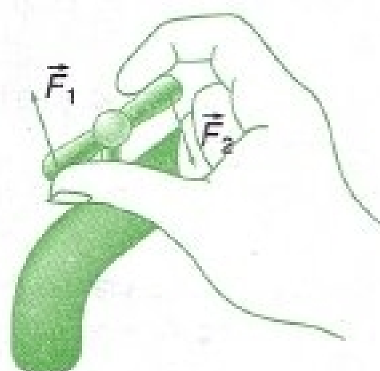
Hình 21.8

Các xe lăn đường chạy đi chạy lại trên một đoạn đường rải đá. Khi va chạm vào các viên đá, con lăn chịu một momen cản. Do con lăn có mức quán tính rất lớn nên vẫn lăn đều trên đường, không như người đi xe đạp trên đoạn đường này.

Động cơ đốt trong 4 kì có ghép một bánh đà vào trục khuỷu của động cơ (Hình 21.8). Nhờ có bánh đà mà động cơ mới vượt qua điểm "chết" và chạy êm dù chỉ có một kì sinh công.

22 NGẪU LỰC

Dùng tay vặn vòi nước, ta đã tác dụng vào vòi nước những lực có đặc điểm gì ? Khi chế tạo bánh xe, bánh đà, tại sao phải làm cho trục quay đi qua trọng tâm của các vật đó ?



Hình 22.1

I - NGẪU LỰC LÀ GÌ ?

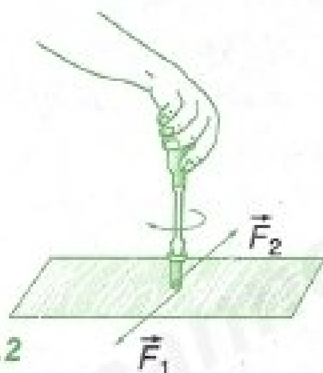
1. Định nghĩa

Hệ hai lực song song, ngược chiều, có độ lớn bằng nhau và cùng tác dụng vào một vật gọi là ngẫu lực.

2. Ví dụ

Dùng tay vặn vòi nước ta đã tác dụng vào vòi một ngẫu lực (Hình 22.1).

Dùng tuanơvit để vặn đinh ốc, ta tác dụng vào tuanơvit một ngẫu lực (Hình 22.2).



Hình 22.2

Khi ô tô sắp qua đoạn đường ngoặt, người lái xe tác dụng một ngẫu lực vào tay lái (vô lăng) (Hình 22.3).

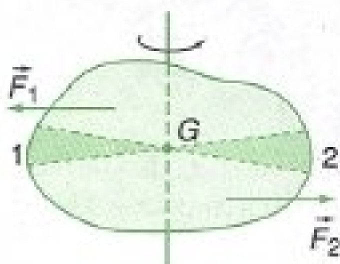


Hình 22.3

II - TÁC DỤNG CỦA NGẪU LỰC ĐỐI VỚI MỘT VẬT RẮN

1.Trường hợp vật không có trục quay cố định

Thí nghiệm và lí thuyết đều cho thấy, nếu vật chỉ chịu tác dụng của ngẫu lực thì nó sẽ quay quanh một trục đi qua trọng tâm và vuông góc với mặt phẳng chứa ngẫu lực (Hình 22.4).



Hình 22.4. *Xu hướng chuyển động li tâm của hai phần 1 và 2 triệt tiêu nhau.*

Trong chuyển động quay này, xu hướng chuyển động li tâm của các phần của vật ở ngược phía đối với trọng tâm triệt tiêu nhau nên trọng tâm *đứng yên*. Vì vậy, trục quay đi qua trọng tâm không chịu lực tác dụng.

2. Trường hợp vật có trục quay cố định

Dưới tác dụng của ngẫu lực vật sẽ quay quanh trục cố định đó. Nếu trục quay không đi qua trọng tâm thì trọng tâm của vật sẽ chuyển động tròn quanh trục quay. Khi ấy, vật có xu hướng chuyển động li tâm nên tác dụng lực vào trục quay làm trục quay bị biến dạng. Nếu vật quay càng nhanh, xu hướng chuyển động li tâm của vật càng lớn, thì trục quay bị biến dạng càng nhiều và có thể gãy.

Vì vậy, khi chế tạo các bộ phận quay của máy móc (như bánh đà, bánh xe ô tô...) thì phải làm cho trục quay đi qua trọng tâm của bánh đà, bánh xe một cách chính xác nhất.

3. Momen của ngẫu lực

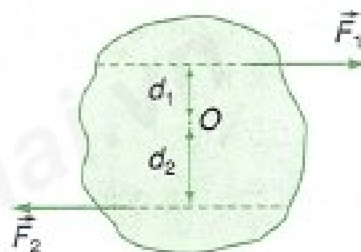
Ta hãy tính momen của ngẫu lực đối với một trục quay O vuông góc với mặt phẳng của ngẫu lực (Hình 22.5).

$$M = F_1d_1 + F_2d_2$$

$$M = F_1(d_1 + d_2)$$

hay
$$M = Fd \quad (22.1)$$

trong đó F là độ lớn của mỗi lực, còn d là khoảng cách giữa hai giá của hai lực và được gọi là *cánh tay đòn* của ngẫu lực. **C1**



Hình 22.5

C1 Chứng minh rằng momen của ngẫu lực không phụ thuộc vào vị trí của trục quay vuông góc với mặt phẳng chứa ngẫu lực.

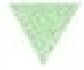
- **Hệ hai lực song song, ngược chiều có độ lớn bằng nhau và cùng tác dụng vào một vật gọi là ngẫu lực.**
- **Ngẫu lực tác dụng vào một vật chỉ làm cho vật quay chứ không tịnh tiến.**
- **Momen của ngẫu lực :**

  $M = Fd$
  - F : độ lớn của mỗi lực (N)
  - d : cánh tay đòn của ngẫu lực (m)
  - M : momen của ngẫu lực (N.m)
- **Momen của ngẫu lực không phụ thuộc vào vị trí của trục quay vuông góc với mặt phẳng chứa ngẫu lực.**

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Ngẫu lực là gì ? Nêu một vài ví dụ về ngẫu lực.
2. Nêu tác dụng của ngẫu lực đối với một vật rắn.
3. Viết công thức tính momen của ngẫu lực. Momen của ngẫu lực có đặc điểm gì ?



4. Hai lực của một ngẫu lực có độ lớn $F = 5,0$ N. Cánh tay đòn của ngẫu lực $d = 20$ cm. Momen của ngẫu lực là :

A. 100 N.m ; B. 2,0 N.m ;

C. 0,5 N.m ; D. 1,0 N.m.

5. Một ngẫu lực gồm hai lực $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$ có $F_1 = F_2 = F$ và có cánh tay đòn d.

Momen của ngẫu lực này là

A. $(F_1 - F_2)d$.

B. $2Fd$.

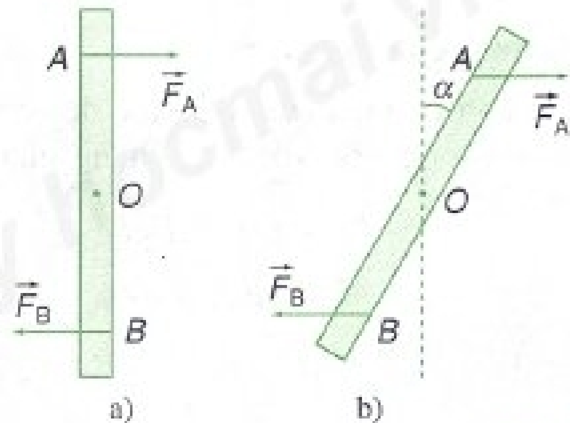
C. Fd.

D. Chưa biết được vì còn phụ thuộc vào vị trí của trục quay.

6. Một chiếc thước mảnh có trục quay nằm ngang đi qua trọng tâm O của thước. Dùng hai ngón tay tác dụng vào thước một ngẫu lực đặt vào hai điểm A và B cách nhau 4,5 cm và có độ lớn $F_A = F_B = 1$ N (Hình 22.6a).

a) Tính momen của ngẫu lực.

b) Thanh quay đi một góc $\alpha = 30^o$. Hai lực luôn luôn nằm ngang và vẫn đặt tại A và B (Hình 22.6b). Tính momen của ngẫu lực.



Hình 22.6



TỔNG KẾT CHƯƠNG III
CÂN BẰNG VÀ CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT RẮN

I - CÂN BẰNG CỦA VẬT RẮN

1. Các quy tắc hợp lực

a) Quy tắc tổng hợp hai lực có giá đồng quy

Trượt hai lực trên giá của chúng đến điểm đồng quy của hai giá rồi áp dụng quy tắc hình bình hành để tìm hợp lực.

b) Quy tắc tổng hợp hai lực song song cùng chiều

Hợp lực của hai lực song song, cùng chiều là một lực song song, cùng chiều và có độ lớn bằng tổng các độ lớn của hai lực ấy.

Giá của hợp lực chia khoảng cách giữa hai giá của hai lực song song thành những đoạn tỉ lệ nghịch với độ lớn của hai lực ấy.

$$F = F_1 + F_2$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

(chia trong)

2. Các điều kiện cân bằng của một vật rắn

a) Điều kiện cân bằng của một vật chịu tác dụng của hai lực là hai lực đó phải cùng giá, cùng độ lớn và ngược chiều.

b) Điều kiện cân bằng của một vật chịu tác dụng của ba lực không song song :

– Ba lực đó phải có giá đồng phẳng và đồng quy ;

– Hợp lực của hai lực phải cân bằng với lực thứ ba.

c) Điều kiện cân bằng của một vật có trục quay cố định là tổng các momen lực có xu hướng làm vật quay theo chiều kim đồng hồ bằng tổng các momen lực có xu hướng làm vật quay ngược chiều kim đồng hồ.

d) Điều kiện cân bằng của một vật có mặt chân đế là giá của trọng lực phải xuyên qua mặt chân đế (hay trọng tâm "rơi" trên mặt chân đế).

e) Momen lực đối với một trục quay là đại lượng đặc trưng cho tác dụng làm quay của lực và được đo bằng tích của lực với cánh tay đòn của nó.

$$M = Fd$$

II - CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT RẮN

1. Chuyển động tịnh tiến

a) Chuyển động tịnh tiến của một vật rắn là chuyển động trong đó đường thẳng nối hai điểm bất kì của vật luôn song song với chính nó.

b) Gia tốc của chuyển động tịnh tiến được tính bằng công thức :

$$\vec{a} = \frac{\vec{F_1} + \vec{F_2} + ...}{m}$$

2. Chuyển động quay quanh một trục cố định

a) Momen lực tác dụng vào một vật quay quanh một trục cố định làm thay đổi tốc độ góc của vật.

b) Mọi vật quay quanh một trục đều có mức quán tính. Vật có mức quán tính càng lớn thì càng khó thay đổi tốc độ góc.

c) Mức quán tính của một vật quay quanh một trục phụ thuộc vào khối lượng của vật và sự phân bố khối lượng đó đối với trục quay.

3. Ngẫu lực

a) Hệ hai lực song song, ngược chiều, có độ lớn bằng nhau và cùng tác dụng vào một vật gọi là ngẫu lực.

b) Ngẫu lực tác dụng vào vật chỉ làm cho vật quay chứ không tịnh tiến.

c) Momen ngẫu lực được tính bằng công thức :

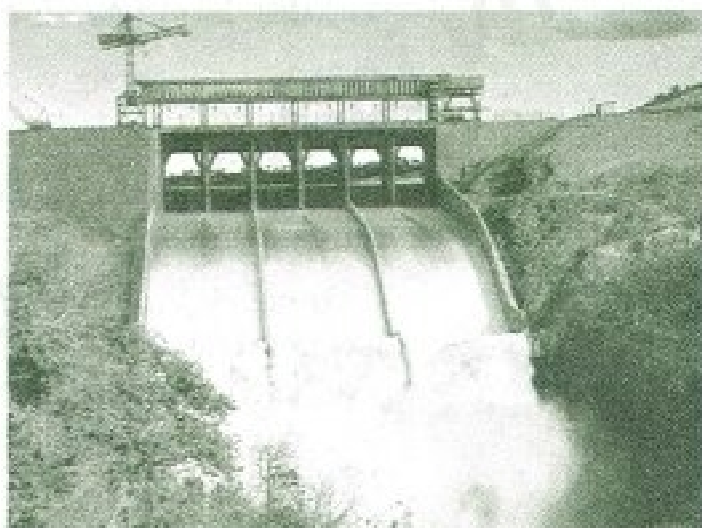
$$M = Fd$$

trong đó F là độ lớn của mỗi lực, d là cánh tay đòn của ngẫu lực.

CHƯƠNG IV

Các định luật bảo toàn

- Động lượng. Bảo toàn động lượng
- Công. Công suất
- Động năng
- Thế năng. Cơ năng
- Bảo toàn cơ năng



Đập thuỷ điện Y-a-ly

Khi một hệ vật chuyển động thì nói chung vị trí, vận tốc, gia tốc... của các vật trong hệ thay đổi theo thời gian. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp có thể tìm được những đại lượng đặc trưng cho trạng thái của hệ không thay đổi theo thời gian. Đó là những đại lượng bảo toàn. Nếu đại lượng bảo toàn là một vô hướng thì giá trị của nó không đổi ; nếu đại lượng bảo toàn là một vectơ thì phương, chiều và độ lớn của nó không đổi.

Các định luật bảo toàn cơ bản của cơ học :

– Bảo toàn động lượng ;

– Bảo toàn cơ năng.

Các định luật này cho phép ta hiểu được sâu sắc nhiều thông tin về chuyển động của một hệ và vận dụng có hiệu quả trong việc giải nhiều bài toán cơ học.

23 ĐỘNG LƯỢNG ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

Cái diều và tên lửa đều bay được lên cao. Nguyên tắc chuyển động của chúng có khác nhau không ?

I – ĐỘNG LƯỢNG

1. Xung lượng của lực

a) Ta hãy xét những ví dụ sau :

– Cầu thủ *A* bằng một cú đá vô lê đã đưa bóng vào lưới đối phương.

– Hòn bi-a đang chuyển động nhanh, chạm vào thành bàn đổi hướng.

Trong những ví dụ trên, các vật (quả bóng, hòn bi-a...) đã chịu tác dụng của ngoại lực trong một khoảng thời gian ngắn. Do thời gian tác dụng rất ngắn nên ta phải tạo ra những lực có độ lớn đáng kể gây ra hiệu quả làm đổi hướng chuyển động của vật. Nói cách khác : *lực có độ lớn đáng kể tác dụng lên một vật trong khoảng thời gian ngắn, có thể gây ra biến đổi đáng kể trạng thái chuyển động của vật.*

b) Khi một lực $\vec{F}$ tác dụng lên một vật trong khoảng thời gian Δt thì tích $\vec{F}\Delta t$ được định nghĩa là *xung lượng của lực* $\vec{F}$ *trong khoảng thời gian* Δt *ấy.*

Ở định nghĩa này, ta giả thiết lực $\vec{F}$ không đổi trong khoảng thời gian tác dụng Δt.

Đơn vị xung lượng của lực là niutơn giây (kí hiệu N.s).

2. Động lượng

a) Tác dụng của xung lượng của lực có thể giải thích dựa vào định luật II Niu-tơn.

Giả sử lực $\vec{F}$ (không đổi) tác dụng lên một vật khối lượng m đang chuyển động với vận tốc $\vec{v}_1$. Trong khoảng thời gian tác dụng Δt, vận tốc của vật biến đổi thành $\vec{v}_2$ nghĩa là vật đã có gia tốc :

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}$$

Theo định luật II Niu-tơn :

$$m\vec{a} = \vec{F}$$

$$m\frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} = \vec{F}$$

Suy ra $$m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1 = \vec{F}\Delta t \qquad (23.1)$$

Vế phải của (23.1) chính là xung lượng của lực trong khoảng thời gian Δt ; còn vế trái xuất hiện độ biến thiên của đại lượng $\vec{p} = m\vec{v}$.

b) Đại lượng $\vec{p}$ được gọi là *động lượng của một vật*.

Động lượng của một vật khối lượng m đang chuyển động với vận tốc $\vec{v}$ là đại lượng được xác định bởi công thức :

$$\vec{p} = m\vec{v} \qquad (23.2)$$



Hình 23.1

Động lượng là một vectơ cùng hướng với vận tốc của vật (Hình 23.1). Đơn vị động lượng là kilôgam mét trên giây (kí hiệu kg.m/s). **C1** ; **C2**

C1 Chứng minh rằng đơn vị động lượng cũng có thể tính ra niutơn giây (N.s).

C2 Một lực 50 N tác dụng vào vật khối lượng m = 0,1 kg ban đầu nằm yên ; thời gian tác dụng là 0,01 s. Xác định vận tốc của vật.

c) Từ (23.1) ta có thể viết :

$$\vec{p}_2 - \vec{p}_1 = \vec{F}\Delta t \qquad (23.3a)$$

hay $$\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t \qquad (23.3b)$$

Công thức (23.3b) cho thấy :

Độ biến thiên động lượng của một vật trong một khoảng thời gian nào đó bằng xung lượng của tổng các lực tác dụng lên vật trong khoảng thời gian đó.

Phát biểu này được xem như một *cách diễn đạt khác của định luật II Niu-tơn.*

Ví dụ :

Một quả bóng gôn có khối lượng $m = 46$ g đang nằm yên. Sau một cú đánh, quả bóng bay lên với vận tốc 70 m/s. Tính xung lượng của lực tác dụng và độ lớn trung bình của lực tác dụng, biết thời gian tác dụng là $0,5.10^{-3}$ s.

Giải :

$m = 0,046$ kg ; $v = 70$ m/s

Ta có :

$F\Delta t = mv - 0 = mv = 3,22$ kg.m/s

$$F = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t} = 6,44.10^3 \text{ N.}$$

Ý nghĩa : Lực đủ mạnh tác dụng lên một vật trong một khoảng thời gian hữu hạn thì có thể gây ra biến thiên động lượng của vật.

II - ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

1. Hệ cô lập

Một hệ nhiều vật được gọi là cô lập khi không có ngoại lực tác dụng lên hệ hoặc nếu có thì các ngoại lực ấy cân bằng nhau. Trong một hệ cô lập, chỉ có các nội lực tương tác giữa các vật. Các nội lực này, theo định luật III Niu-tơn trực đối nhau từng đôi một.

2. Định luật bảo toàn động lượng của hệ cô lập



Hình 23.2

Xét một hệ cô lập gồm hai vật nhỏ, tương tác với nhau qua các nội lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ trực đối nhau (Hình 23.2). Theo định luật III Niu-tơn :

$$\vec{F}_2 = -\vec{F}_1$$

Dưới tác dụng của các lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ trong khoảng thời gian Δt, động lượng của mỗi vật có độ biến thiên lần lượt là $\Delta\vec{p}_1$ và $\Delta\vec{p}_2$. Áp dụng công thức (23.3b) cho từng vật, ta có :

$$\Delta\vec{p}_1 = \vec{F}_1\Delta t \qquad (23.4)$$

$$\Delta\vec{p}_2 = \vec{F}_2\Delta t \qquad (23.5)$$

Từ định luật III Niu-tơn, ta suy ra $\Delta\vec{p}_2 = -\Delta\vec{p}_1$ hay $\Delta\vec{p}_1 + \Delta\vec{p}_2 = \vec{0}$. Nếu $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$ là động lượng của hệ thì biến thiên động lượng của hệ bằng tổng các biến thiên động lượng của mỗi vật :

$\Delta\vec{p} = \Delta\vec{p}_1 + \Delta\vec{p}_2 = \vec{0}$. Biến thiên động lượng của hệ bằng không, nghĩa là động lượng của hệ không đổi.

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \text{không đổi} \qquad (23.6)$$

Kết quả này có thể mở rộng cho một hệ cô lập gồm nhiều vật và được phát biểu như sau :

Động lượng của một hệ cô lập là một đại lượng bảo toàn.

Phát biểu trên được gọi là *định luật bảo toàn động lượng*.

Định luật bảo toàn động lượng có nhiều ứng dụng thực tế : giải các bài toán va chạm, làm cơ sở cho nguyên tắc chuyển động phản lực...

3. Va chạm mềm

Xét ví dụ một vật khối lượng m_1, chuyển động trên một mặt phẳng ngang nhẵn với vận tốc $\vec{v}_1$, đến va chạm với một vật khối lượng m_2 đang nằm yên trên mặt phẳng ngang ấy. Biết rằng sau va chạm hai vật nhập làm một, chuyển động với cùng vận tốc $\vec{v}$. Xác định $\vec{v}$.

Vì không có ma sát nên các ngoại lực tác dụng gồm có các trọng lực và các phản lực pháp tuyến, chúng cân bằng nhau ; hệ $\{m_1, m_2\}$ là một hệ cô lập. Áp dụng định luật bảo toàn động lượng :

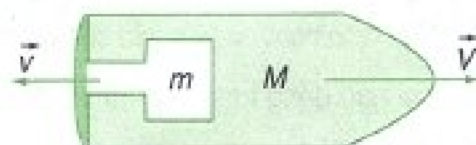
$$m_1\vec{v}_1 = (m_1 + m_2)\vec{v}$$

suy ra
$$\vec{v} = \frac{m_1\vec{v}_1}{m_1 + m_2}$$

Va chạm trên đây của hai vật m_1 và m_2 được gọi là va chạm mềm.

4. Chuyển động bằng phản lực

Cái diều bay lên được là nhờ có không khí đã tạo ra lực nâng tác dụng lên diều. Trong khoảng không gian vũ trụ (không có không khí), nhà vật lí Xi-ôn-cốp-xki (người Nga) đã nêu ra nguyên tắc chuyển động bằng phản lực của các tên lửa.



Hình 23.3

Giả sử ban đầu tên lửa đứng yên. Động lượng ban đầu của cả tên lửa bằng không. Sau khi lượng khí khối lượng m phụt ra phía sau với vận tốc $\vec{v}$, thì tên lửa khối lượng M chuyển động với vận tốc $\vec{V}$ (Hình 23.3). Động lượng của hệ lúc đó là :

$$m\vec{v} + M\vec{V}$$

Nếu xem tên lửa là một hệ cô lập (trong khoảng không vũ trụ, xa các thiên thể) thì động lượng của hệ được bảo toàn :

$$m\vec{v} + M\vec{V} = \vec{0}$$

hay
$$\vec{V} = -\frac{m}{M}\vec{v} \qquad (23.7)$$

Công thức (23.7) chứng tỏ rằng $\vec{V}$ ngược hướng với $\vec{v}$, nghĩa là tên lửa bay lên phía trước ngược với hướng khí phụt ra. C3

C3 Giải thích hiện tượng súng giật khi bắn.

Như vậy, các con tàu vũ trụ, tên lửa,... có thể bay trong khoảng không gian vũ trụ, không phụ thuộc môi trường bên ngoài là không khí hay là chân không.

- Động lượng $\vec{p}$ của một vật là một vectơ cùng hướng với vận tốc của vật và được xác định bởi công thức $\vec{p} = m\vec{v}$.
- Lực đủ mạnh tác dụng lên một vật trong một khoảng thời gian thì có thể gây ra sự biến thiên động lượng của vật đó.
- Động lượng của một hệ cô lập là một đại lượng bảo toàn.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Nêu định nghĩa và ý nghĩa của động lượng.
2. Khi nào động lượng của một vật biến thiên ?
3. Hệ cô lập là gì ?
4. Phát biểu định luật bảo toàn động lượng. Chứng tỏ rằng định luật đó tương đương với định luật III Niu-tơn.

5. Động lượng được tính bằng

A. N/s. B. N.s.

C. N.m. D. N.m/s.

Chọn đáp án đúng.

6. Một quả bóng đang bay ngang với động lượng $\vec{p}$ thì đập vuông góc vào một bức tường thẳng đứng, bay ngược trở lại theo phương vuông góc với bức tường với cùng độ lớn vận tốc. Độ biến thiên động lượng của quả bóng là

A. $\vec{0}$. B. $\vec{p}$.

C. $2\vec{p}$. D. $-2\vec{p}$.

Chọn đáp án đúng.

7. Một vật nhỏ khối lượng m = 2 kg trượt xuống một đường dốc thẳng nhẵn tại một thời điểm xác định có vận tốc 3 m/s, sau đó 4 s có vận tốc 7 m/s, tiếp ngay sau đó 3 s vật có động lượng (kg.m/s) là

A. 6. B. 10.

C. 20. D. 28.

Chọn đáp án đúng.

8. Xe A có khối lượng 1 000 kg và vận tốc 60 km/h ; xe B có khối lượng 2 000 kg và vận tốc 30 km/h. So sánh động lượng của chúng.

9. Một máy bay có khối lượng 160 000 kg, bay với vận tốc 870 km/h. Tính động lượng của máy bay.

Em có biết ?

CHUYỂN ĐỘNG CỦA TÊN LỬA

Nguyên tắc chuyển động của tên lửa khác hẳn với nguyên tắc chuyển động của ô tô, tàu hoả. Khi ô tô tăng tốc, mặt đường tác dụng các lực ma sát theo phương ngang lên các bánh xe theo hướng chuyển động và các ngoại lực này gây ra gia tốc cho ô tô.

Còn tên lửa cần phải tăng tốc trong khoảng không gian vũ trụ chân không, ở đó không có một tác nhân bên ngoài nào cả để "đẩy ngược lại". Một tên lửa chuyển động bằng cách phóng ra một bộ phận của chính nó theo hướng ngược với hướng chuyển động. Bộ phận này chính là khối các nhiên liệu được đốt cháy - tạo thành khí thải. Khối khí thải này và bộ phận còn lại của tên lửa tác dụng lên nhau các lực trực đối (định luật III Niu-tơn). Lực do khối khí thải tác dụng lên phần còn lại của tên lửa gọi là lực đẩy của động cơ tên lửa. Lực này đẩy phần còn lại của tên lửa lên phía trước, làm cho tên lửa tăng tốc. Sự thay đổi tốc độ tên lửa khi nó đang hoạt động được tính theo công thức Xi-ôn-cốp-xki sau : $v - v_0 = u\ln\frac{M_0}{M}$; trong đó $v - v_0$ là độ tăng tốc độ tên lửa khi khối lượng thay đổi từ M_0 đến M, u là tốc độ phụt khí đối với tên lửa. Ở đây ta thấy ưu điểm của tên lửa nhiều tầng, trong đó M được giảm do liên tiếp bỏ đi các tầng đã hết nhiên liệu. Một tên lửa được gọi là lí tưởng khi về tới đích chỉ còn lại những khối lượng hữu ích.

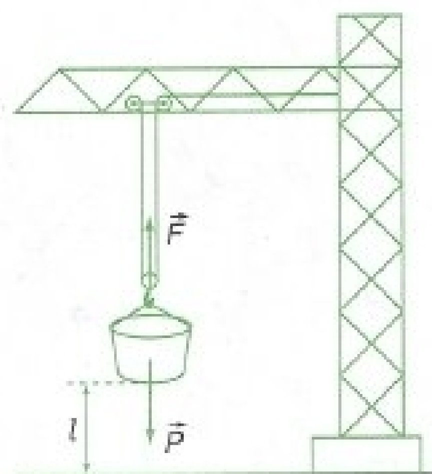


Hình 23.4
Tên lửa nhiều tầng

24 CÔNG VÀ CÔNG SUẤT

Trong những trường hợp nào sau đây, khái niệm "công" có nội dung đúng như đã học ở lớp 8 ?

1. Khi ô tô đang chạy, động cơ ô tô sinh công.
2. Ngày công của một lái xe là 50 000 đồng.
3. Có công mài sắt, có ngày nên kim.
4. Công thành danh toại.



Hình 24.1

C1 Nêu ba ví dụ về lực sinh công.

I - CÔNG

1. Khái niệm về công

Ở lớp 8, ta đã học :

a) Một lực sinh công khi nó tác dụng lên một vật và *vật chuyển dời* ;

b) Dưới tác dụng của lực $\vec{F}$, khi vật chuyển dời một đoạn s theo hướng của lực thì công do lực sinh ra là :

$$A = Fs \quad (24.1)$$

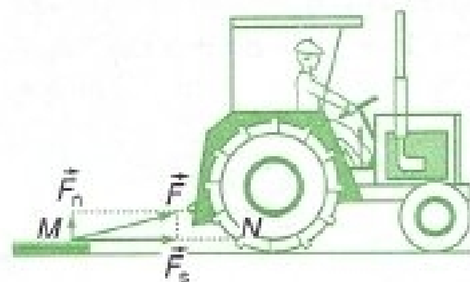
C1

2. Định nghĩa công trong trường hợp tổng quát

Xét một máy kéo, kéo một cây gỗ trượt trên đường bằng một sợi dây căng. Lực kéo $\vec{F}$ nằm theo phương nghiêng của dây được phân tích ra hai thành phần là $\vec{F}_n$ và $\vec{F}_s$ (Hình 24.2) :

$$\vec{F} = \vec{F}_n + \vec{F}_s$$

trong đó $\vec{F}_n$ vuông góc với phương chuyển dời và $\vec{F}_s$ nằm theo phương chuyển dời $\overrightarrow{MN}$ của cây gỗ.



Hình 24.2

Ta thấy rằng nếu chỉ có $\vec{F}_n$ tác dụng thì không tạo ra chuyển dời mong muốn. Trái lại chính thành phần $\vec{F}_s$ của $\vec{F}$ đã kéo cây gỗ chuyển dời theo hướng $\overrightarrow{MN}$ ($MN = s$).

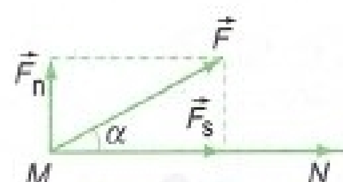
Nói cách khác, chỉ có thành phần $\vec{F}_s$ của $\vec{F}$ sinh công.

Công này gọi là công của lực $\vec{F}$, được tính theo công thức :

$$A = F_s \,.\, MN = F_s s \qquad (24.2)$$

Gọi α là góc tạo bởi lực $\vec{F}$ và chuyển dời $\overrightarrow{MN}$ (Hình 24.3), ta có : $F_s = F\cos\alpha$

Vì vậy, công thức (24.2) có thể viết : $A = Fs\cos\alpha$.



Hình 24.3

Khi lực $\vec{F}$ không đổi tác dụng lên một vật và điểm đặt của lực đó chuyển dời một đoạn s theo hướng hợp với hướng của lực góc α thì công thực hiện bởi lực đó được tính theo công thức :

$$A = Fs\cos\alpha \qquad (24.3)$$

Chú ý :

1. Ở câu hỏi đầu bài học này, chỉ có hai trường hợp 1 và 3 trong đó khái niệm "công" có nội dung đúng như đã định nghĩa.

2. Hai cách nói "lực sinh công" và "lực thực hiện công" là tương đương.

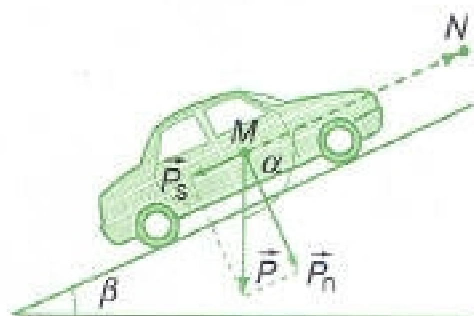
3. Khi một vật tác dụng lực lên một vật khác và điểm đặt của lực đó chuyển dời ta cũng nói vật đó sinh công hoặc thực hiện công.

3. Biện luận

Tuỳ theo giá trị của $\cos\alpha$ ta có các trường hợp sau :

a) α nhọn, $\cos\alpha > 0$, suy ra $A > 0$; khi đó A gọi là công *phát động*.

b) $\alpha = 90^\circ$, $\cos\alpha = 0$, suy ra $A = 0$; khi điểm đặt của lực chuyển dời theo phương vuông góc với lực thì lực sinh công $A = 0$.



Hình 24.4

c) α tù, $\cos\alpha < 0$, suy ra $A < 0$. Kết quả này có ý nghĩa vật lí gì ? Ta hãy xét một ô tô đang lên dốc, mặt dốc nghiêng góc β so với mặt phẳng nằm ngang (Hình 24.4). Trong chuyển dời đó trọng lực $\vec{P}$ của ô tô hợp với hướng chuyển dời $\overrightarrow{MN}$ góc $\alpha = 90^o + \beta > 90^o$, vậy công của trọng lực nhỏ hơn không. Để giải thích kết quả này ta phân tích trọng lực $\vec{P}$ ra hai thành phần $\vec{P}_n$ và $\vec{P}_s$:

$$\vec{P} = \vec{P}_n + \vec{P}_s$$

trong đó $\vec{P}_n$ vuông góc với mặt dốc và $\vec{P}_s$ song song với mặt dốc. Ta nhận thấy rằng, thành phần $\vec{P}_n$ không có tác dụng đối với chuyển dời $\overrightarrow{MN}$, còn thành phần $\vec{P}_s$ *ngược hướng với* $\overrightarrow{MN}$, do đó *có tác dụng cản trở chuyển động*.

Kết luận : Khi góc α giữa hướng của lực $\vec{F}$ và hướng của chuyển dời là góc tù thì lực $\vec{F}$ có tác dụng cản trở chuyển động và công do lực $\vec{F}$ sinh ra $A < 0$ được gọi là *công cản* (hay công âm). **C2**

C2 Xác định dấu của công A trong những trường hợp sau :

a) Công của lực kéo của động cơ ô tô khi ô tô lên dốc ;

b) Công của lực ma sát của mặt đường khi ô tô lên dốc ;

c) Công của trọng lực của vệ tinh bay vòng tròn quanh Trái Đất ;

d) Công của trọng lực khi máy bay cất cánh.

Ví dụ :

Ô tô có khối lượng một tấn, chuyển động đều trên một đường nằm ngang có hệ số ma sát trượt $\mu_t = 0,2$. Tính công của lực kéo của động cơ và công của lực ma sát khi ô tô chuyển dời được 250 m. Cho $g = 10$ m/s^2.

Giải :

Vì ô tô chuyển động đều nên lực kéo của động cơ và lực ma sát trên mặt đường cân bằng nhau. Chúng có cùng độ lớn và bằng :

$\mu_t mg = 0,2.1\,000.10 = 2\,000$ N

Công của lực kéo của động cơ :

$A_1 = Fs = 5.10^5$ J

Công của lực ma sát (công cản) :

$A_2 = -Fs = -5.10^5$ J.

4. Đơn vị công

Đơn vị công là jun (kí hiệu là J). Trong (24.1) nếu $F = 1$ N và $s = 1$ m thì :

$$A = 1\ \text{N}.1\ \text{m} = 1\ \text{N.m} = 1\ \text{J}$$

Jun là công do lực có độ lớn 1N thực hiện khi điểm đặt của lực chuyển dời 1 m theo hướng của lực.

5. Chú ý

Các công thức tính công (24.1) và (24.3) chỉ đúng khi điểm đặt của lực chuyển dời thẳng và lực không đổi trong quá trình chuyển dời.

9.VL10.C-B

II - CÔNG SUẤT

1. Khái niệm công suất

Trong sản xuất và đời sống, người ta thường sử dụng các loại máy móc, động cơ, tổng quát hơn là các thiết bị sinh công (công dương). Khi đó ngoài độ lớn của công do thiết bị sinh ra, người ta còn quan tâm đến khoảng thời gian thực hiện công đó. Cùng sản ra một công, thiết bị nào thực hiện trong thời gian ngắn hơn sẽ làm việc mạnh hơn. Nói cách khác người ta đánh giá mức độ mạnh của một thiết bị sinh công bằng độ lớn của công do thiết bị đó thực hiện trong cùng một khoảng thời gian chọn trước – thường chọn là đơn vị thời gian. Đại lượng đó được gọi là *công suất* hay *tốc độ sinh công*.

Công suất là đại lượng đo bằng công sinh ra trong một đơn vị thời gian.

Nếu trong khoảng thời gian t công sinh ra bằng $A (A > 0)$ thì công suất (kí hiệu $\mathscr{P}$) được tính theo công thức :

$$\mathscr{P} = \frac{A}{t} \qquad (24.4)$$

Cũng có thể nói rằng, công suất của một lực đo tốc độ sinh công của lực đó.

2. Đơn vị công suất

Đơn vị công suất là jun/giây, được đặt tên là oát, kí hiệu W.

$$1\ \text{W} = \frac{1\ \text{J}}{1\ \text{s}}$$

Oát là công suất của một thiết bị thực hiện công bằng 1 J trong thời gian 1 s. C3

Người ta còn sử dụng một đơn vị thực hành của công là oát giờ (W.h) :

$$1\ \text{W.h} = 3\,600\ \text{J}$$

$$1\ \text{kW.h} = 3\,600\ \text{kJ}$$

C3 So sánh công suất của các máy sau :

a) Cần cẩu M_1 nâng được 800 kg lên cao 5 m trong 30 s ;

b) Cần cẩu M_2 nâng được 1 000 kg lên cao 6 m trong 1 phút.

Chú ý : Trước đây người ta còn dùng đơn vị mã lực để đo công suất.

Ở nước Pháp :

1 mã lực = 1 CV = 736 W.

Ở nước Anh :

1 mã lực = 1 HP = 746 W.

Bảng 24.1
Vài ví dụ về công suất trung bình.

Tên lửa Satơn (Saturn) V	7.10^{10} W
Tàu biển	5.10^7 W
Đầu tàu hoả	3.10^6 W
Ô tô	4.10^4 W
Xe máy	$1,5.10^4$ W
Người làm việc	100 W
Đèn điện	100 W
Máy thu thanh	10 W
Máy tính bỏ túi	1.10^{-3} W

3. Khái niệm công suất cũng được mở rộng cho các *nguồn phát năng lượng không phải dưới dạng sinh công cơ học*. *Ví dụ :* lò nung, nhà máy điện, đài phát sóng..., xem Bảng 24.1.

Người ta cũng định nghĩa công suất tiêu thụ của một *thiết bị tiêu thụ năng lượng* là đại lượng đo bằng năng lượng tiêu thụ của thiết bị đó trong một đơn vị thời gian.

- **Nếu lực không đổi $\vec{F}$ có điểm đặt chuyển dời một đoạn s theo hướng hợp với hướng của lực góc α thì công của lực $\vec{F}$ được tính theo công thức :**

$$A = Fs\cos\alpha$$

- **Công suất đo bằng công sinh ra trong một đơn vị thời gian.**

$$\mathscr{P} = \frac{A}{t}$$

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Phát biểu định nghĩa công và đơn vị công. Nêu ý nghĩa của công âm.

2. Phát biểu định nghĩa công suất và đơn vị công suất. Nêu ý nghĩa vật lí của công suất ?

3. Đơn vị nào sau đây *không* phải là đơn vị công suất ?

A. J.s. B. W.
C. N.m/s. D. HP.

4. Công có thể biểu thị bằng tích của

A. năng lượng và khoảng thời gian.
B. lực, quãng đường đi được và khoảng thời gian.
C. lực và quãng đường đi được.
D. lực và vận tốc.
Chọn đáp án đúng.

5. Một lực $\vec{F}$ không đổi liên tục kéo một vật chuyển động với vận tốc $\vec{v}$ theo hướng của $\vec{F}$. Công suất của lực $\vec{F}$ là

A. Fvt. B. Fv.
C. Ft. D. Fv^2.
Chọn đáp án đúng.

6. Một người kéo một hòm gỗ khối lượng 80 kg trượt trên sàn nhà bằng một dây có phương hợp góc 30° so với phương nằm ngang. Lực tác dụng lên dây bằng 150 N. Tính công của lực đó khi hòm trượt đi được 20 m.

7. Một động cơ điện cung cấp công suất 15 kW cho một cần cẩu nâng 1 000 kg lên cao 30 m. Lấy $g = 10$ m/s^2. Tính thời gian tối thiểu để thực hiện công việc đó ?

Em có biết ?

HỘP SỐ Ô TÔ, XE MÁY

Trong ô tô, xe máy công suất của lực phát động $\vec{F}$ cho bởi : $\mathscr{P} = \frac{A}{t}$

Giả sử điểm đặt của $\vec{F}$ chuyển dời một đoạn Δs theo hướng của $\vec{F}$, công ΔA của $\vec{F}$ là : $\Delta A = F\Delta s$ do đó :

$$\mathscr{P} = F\frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Với Δt nhỏ, $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ là vận tốc tức thời v của ô tô, xe máy tại thời điểm đang xét. Vậy :

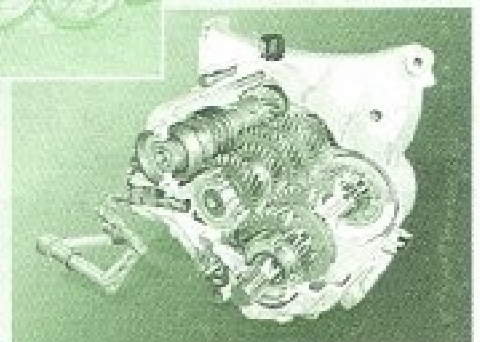
$$\mathscr{P} = Fv \quad (*)$$

Thường công suất của động cơ ô tô, xe máy là một đại lượng được duy trì không đổi. Do đó, theo (*) nếu F tăng thì v giảm và ngược lại.

Như vậy, khi ô tô, xe máy chạy qua những đoạn đường khó đi (lên dốc, ma sát lớn) thì cường độ lực F phải tăng lên, do đó vận tốc v phải giảm. Ngược lại, ở những đoạn đường dễ đi (xuống dốc, ma sát nhỏ) cường độ lực F giảm và vận tốc v sẽ tăng. Việc điều chỉnh v tăng hay giảm được thực hiện bằng một thiết bị gọi là *hộp số* (sử dụng các bánh xe truyền động có bán kính to, nhỏ khác nhau).



Hộp số xe máy ▲



Hộp số ô tô ▶

25 ĐỘNG NĂNG

Chúng ta đã nghe đến những trận lũ quét hay sóng thần có sức tàn phá rất mạnh. Dòng nước đã mang năng lượng ở dạng nào ?

I - KHÁI NIỆM ĐỘNG NĂNG

1. Năng lượng

Mọi vật xung quanh ta đều mang năng lượng. Khi một vật tương tác với các vật khác thì giữa chúng có thể có trao đổi năng lượng. Quá trình trao đổi năng lượng này diễn ra dưới những dạng khác nhau : thực hiện công, truyền nhiệt, phát ra các tia mang năng lượng... **C1**

C1 Dòng nào ở cột 1 ứng với dòng nào ở cột 2 ?

Cột 1	Cột 2 Dạng trao đổi năng lượng
A. Máy kéo B. Cần cẩu C. Lò nung D. Mặt Trời E. Lũ quét	1. Thực hiện công 2. Truyền nhiệt 3. Phát ra các tia nhiệt

2. Động năng

Bài học này xét dạng năng lượng mà một vật có được do nó đang chuyển động. Dạng năng lượng ấy gọi là *động năng*.

Khi một vật có động năng thì vật đó có thể tác dụng lực lên vật khác và lực này sinh công. **C2**

C2 Chứng tỏ những vật sau đây có động năng và những vật ấy có thể sinh công như thế nào ?

a) Viên đạn đang bay.

b) Búa đang chuyển động.

c) Dòng nước lũ đang chảy mạnh.

II - CÔNG THỨC TÍNH ĐỘNG NĂNG

1. Ta hãy xét một vật khối lượng m chuyển động dưới tác dụng của một lực $\vec{F}$. Để đơn giản, ta giả thiết lực $\vec{F}$ không đổi và vật đó chuyển động theo giá của lực $\vec{F}$. Trong một khoảng thời gian xác định dưới tác dụng của lực $\vec{F}$, giả sử vật đó đi được quãng đường s và có vận tốc biến thiên từ $\vec{v}_1$ đến $\vec{v}_2$.

Vì lực $\vec{F}$ không đổi nên gia tốc chuyển động của vật $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ không đổi, nghĩa là vật chuyển động thẳng biến đổi đều. Với chuyển động này, ta có công thức :

$$v_2^2 - v_1^2 = 2as$$

Thay $a = \frac{F}{m}$, ta được : $v_2^2 - v_1^2 = 2\frac{F}{m}s$

$$\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = Fs$$

Tích Fs ở vế phải của công thức trên chính là công A của lực $\vec{F}$ trong chuyển dời s của vật :

$$Fs = A$$

Vậy $$\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = A \quad (25.1)$$

2. Ta xét trường hợp đặc biệt của công thức (25.1). Vật bắt đầu từ trạng thái nghỉ ($v_1 = 0$), dưới tác dụng của lực $\vec{F}$, đạt tới trạng thái có vận tốc $v_2 = v$. Khi đó (25.1) trở thành :

$$\frac{1}{2}mv^2 = A \quad (25.2)$$

Như vậy, khi lực tác dụng lên vật sinh công, vật nhận được năng lượng và chuyển từ trạng thái nghỉ sang trạng thái chuyển động.

Vế trái của (25.2) biểu thị năng lượng mà vật thu được trong quá trình sinh công của lực $\vec{F}$ và được gọi là động năng của vật.

Kết quả này đã tìm được trong một ví dụ đơn giản ; người ta chứng minh rằng nó vẫn đúng cho trường hợp tổng quát.

Động năng của một vật khối lượng m đang chuyển động với vận tốc v là năng lượng (kí hiệu $W_đ$) mà vật đó có được do nó đang chuyển động và được xác định theo công thức :

$$W_đ = \frac{1}{2}mv^2 \quad (25.3)$$

Đơn vị của động năng là jun (J). **C3**

Bảng 25.1
Vài ví dụ về động năng.

Vật	v (m/s)	động năng (J)
Trái Đất (quay xung quanh Mặt Trời)	$2{,}88.10^4$	$2{,}65.10^{33}$
Mặt Trăng	$1{,}02.10^3$	$3{,}82.10^{28}$
Tên lửa	$6{,}18.10^5$	$9{,}5.10^{13}$
Ô tô	25	$6{,}3.10^5$
Vận động viên	10	$3{,}5.10^3$
Giọt mưa	9	$1{,}4.10^{-3}$
Phân tử ôxi	500	$6{,}6.10^{-21}$

C3 Chứng minh rằng đơn vị jun cũng bằng $kg.m^2/s^2$.

Ví dụ : Một ô tô có khối lượng 1 200 kg tăng tốc từ 18 km/h đến 108 km/h trong 12 s. Tính công suất trung bình của động cơ ô tô đó.

Giải : Công thực hiện bởi động cơ ô tô khi tăng tốc bằng độ biến thiên động năng của ô tô :

$$A = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$A = \frac{1}{2}1\,200\,(30^2 - 5^2) = 600.875 = 525 \text{ kJ}$$

Công suất trung bình của động cơ ô tô :

$$\mathscr{P} = \frac{A}{t} = \frac{525}{12} = 43{,}75 \text{ kW}$$

III – CÔNG CỦA LỰC TÁC DỤNG VÀ ĐỘ BIẾN THIÊN ĐỘNG NĂNG

Trong trường hợp vật đang chuyển động dưới tác dụng của lực $\vec{F}$ từ vị trí có động năng $\frac{1}{2}mv_1^2$ đến vị trí có động năng $\frac{1}{2}mv_2^2$, thì công do lực $\vec{F}$ sinh ra được tính theo công thức : $A = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$.

Hệ quả : Khi lực tác dụng lên vật sinh công dương thì động năng của vật tăng (tức là vật thu thêm công – hay vật sinh công âm). Ngược lại, khi lực tác dụng lên vật sinh công âm thì động năng của vật giảm (tức là vật sinh công dương).

- Động năng là dạng năng lượng của một vật có được do nó đang chuyển động và được xác định theo công thức :

$$W_đ = \frac{1}{2}mv^2$$

- Động năng của một vật biến thiên khi các lực tác dụng lên vật sinh công.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Nêu định nghĩa và công thức của động năng.

2. Khi nào động năng của vật

a) biến thiên ? b) tăng lên ? c) giảm đi ?

3. Câu nào *sai* trong các câu sau ?

Động năng của vật không đổi khi vật

A. chuyển động thẳng đều.

B. chuyển động với gia tốc không đổi.

C. chuyển động tròn đều.

D. chuyển động cong đều.

4. Động năng của một vật tăng khi

A. gia tốc của vật $a > 0$.

B. vận tốc của vật $v > 0$.

C. các lực tác dụng lên vật sinh công dương.

D. gia tốc của vật tăng.

Chọn đáp án đúng

5. Một vật trọng lượng 1,0 N có động năng 1,0 J. Lấy $g = 10$ m/s^2. Khi đó vận tốc của vật bằng bao nhiêu ?

A. 0,45 m/s. B. 1,0 m/s.

C. 1,4 m/s. D. 4,4 m/s.

6. Một ô tô có khối lượng 1 000 kg chuyển động với vận tốc 80 km/h. Động năng của ô tô có giá trị nào sau đây ?

A. $2{,}52.10^4$ J. B. $2{,}47.10^5$ J.

C. $2{,}42.10^6$ J. D. $3{,}20.10^6$ J.

7. Tính động năng của một vận động viên có khối lượng 70 kg chạy đều hết quãng đường 400 m trong thời gian 45 s.

8. Một vật khối lượng $m = 2$ kg đang nằm yên trên một mặt phẳng ngang không ma sát. Dưới tác dụng của lực nằm ngang 5 N, vật chuyển động và đi được 10 m. Tính vận tốc của vật ở cuối chuyển dời ấy.

26 THẾ NĂNG

Trong các trường hợp sau :

– Vật nặng được đưa lên một độ cao z ;

– Vật nặng gắn vào đầu một lò xo đang bị nén ;

– Mũi tên đặt vào cung đang giương ;

Các vật này đều có khả năng sinh công, nghĩa là chúng đều mang năng lượng. Dạng năng lượng này gọi là thế năng.

I - THẾ NĂNG TRỌNG TRƯỜNG

1. Trọng trường

Mọi vật ở xung quanh Trái Đất đều chịu tác dụng của lực hấp dẫn do Trái Đất gây ra, lực này như đã biết gọi là trọng lực.

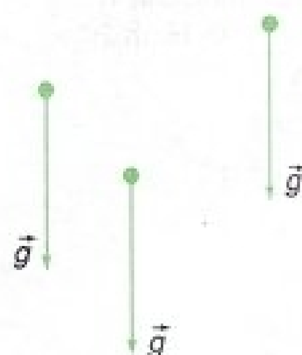
Ta nói rằng xung quanh Trái Đất tồn tại một trọng trường. *Biểu hiện của trọng trường là sự xuất hiện trọng lực tác dụng lên một vật khối lượng m đặt tại một vị trí bất kì trong khoảng không gian có trọng trường.* Công thức của trọng lực của một vật khối lượng m có dạng :

$$\vec{P} = m\vec{g} \quad (26.1)$$

với $\vec{g}$ là gia tốc rơi tự do hay còn gọi là gia tốc trọng trường. C1

C1 Chứng tỏ rằng, trong trọng trường đều mọi vật (nếu không chịu tác dụng của một lực nào khác) sẽ chuyển động với cùng một gia tốc $\vec{g}$, gọi là *gia tốc trọng trường.*

Nếu xét một khoảng không gian không quá rộng thì vectơ gia tốc trọng trường $\vec{g}$ tại mọi điểm có phương song song, cùng chiều và cùng độ lớn. Ta nói rằng, trong khoảng không gian đó *trọng trường là đều* (Hình 26.1).



Hình 26.1

2. Thế năng trọng trường

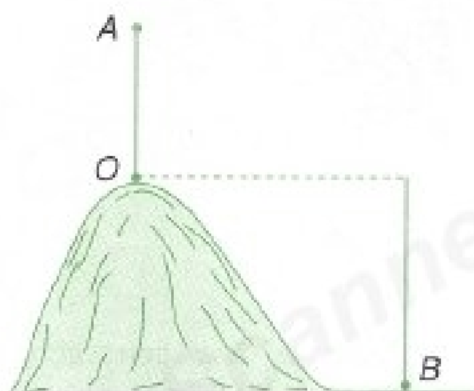
a) Định nghĩa

Ví dụ : Thả một búa máy từ độ cao z rơi xuống đập vào cọc, làm cho cọc đi sâu vào đất một đoạn s. Vậy, búa máy đã sinh công và z càng lớn thì s càng dài.

Tổng quát : Khi một vật ở vị trí có độ cao z so với mặt đất thì vật đó có khả năng sinh công, nghĩa là vật mang năng lượng. Dạng năng lượng này gọi là *thế năng trọng trường (hay thế năng hấp dẫn).* C2

C2 Tìm hai ví dụ chứng tỏ rằng một vật có khối lượng m khi đưa lên vị trí cách mặt đất độ cao z thì lúc rơi xuống có thể sinh công.

Thế năng trọng trường của một vật là dạng năng lượng tương tác giữa Trái Đất và vật ; nó phụ thuộc vào vị trí của vật trong trọng trường.



Hình 26.2

b) Biểu thức thế năng trọng trường

Trong ví dụ trên, vật (búa máy) rơi từ độ cao z (không vận tốc đầu). Khi rơi xuống đất, trọng lực $\vec{P}$ của vật sinh công là :

$$A = Pz = mgz \qquad (26.2)$$

Công A này được định nghĩa là thế năng của vật.

Khi một vật khối lượng m đặt ở độ cao z so với mặt đất (trong trọng trường của Trái Đất) thì thế năng trọng trường của vật được định nghĩa bằng công thức :

$$W_t = mgz \qquad (26.3)$$

Theo công thức (26.3) thì thế năng ở ngay trên mặt đất bằng không (vì $z = 0$). Ta nói, mặt đất được chọn là mốc (hay gốc) thế năng. C3

C3 Nếu chọn mốc thế năng tại vị trí O (độ cao = 0, Hình 26.2) thì tại điểm nào

– thế năng = 0 ?

– thế năng > 0 ?

– thế năng < 0 ?

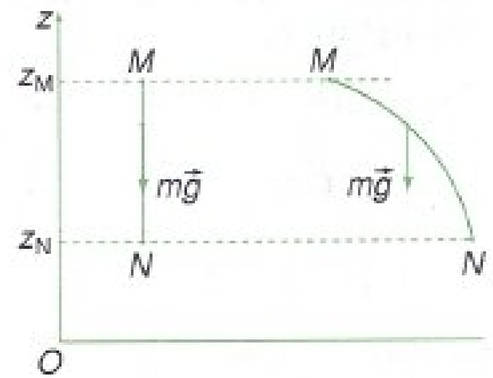
Chú ý rằng, ở đây khi tính độ cao z, ta chọn chiều dương của z hướng lên.

3. Liên hệ giữa biến thiên thế năng và công của trọng lực

Từ công thức (26.2) dễ dàng suy ra rằng, khi một vật khối lượng m rơi từ điểm M có độ cao z_M tới điểm N có độ cao z_N thì công của trọng lực trong quá trình đó bằng :

$$A_{MN} = mgz_M - mgz_N \quad (26.4)$$

Thực nghiệm và lí thuyết đã chứng minh được rằng, công thức (26.4) vẫn nghiệm đúng trong trường hợp hai điểm M, N ở các vị trí bất kì không cùng trên một đường thẳng đứng và vật đang xét chuyển dời từ M đến N theo một đường bất kì (Hình 26.3).



Hình 26.3

Theo định nghĩa của thế năng (26.3) :

$$mgz_M = W_t(M)$$
$$mgz_N = W_t(N)$$

Công thức (26.4) có thể viết :

$$A_{MN} = W_t(M) - W_t(N) \quad (26.5)$$

Khi một vật chuyển động trong trọng trường từ vị trí M đến vị trí N thì công của trọng lực của vật có giá trị bằng hiệu thế năng trọng trường tại M và tại N.

Hệ quả : Trong quá trình chuyển động của một vật trong trọng trường :

– Khi vật giảm độ cao, thế năng của vật giảm thì trọng lực sinh công dương ;

– Khi vật tăng độ cao, thế năng của vật tăng thì trọng lực sinh công âm. **C4** ; **C5**

C4 Chứng minh rằng, hiệu thế năng của một vật chuyển động trong trọng trường không phụ thuộc việc chọn gốc thế năng.

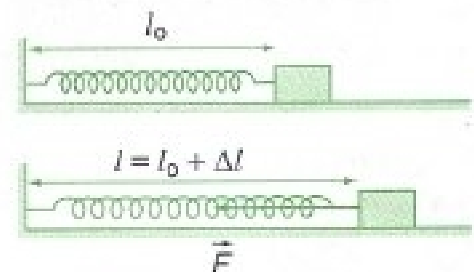
C5 Chứng minh rằng khi một vật chuyển động từ M đến N trong trọng trường theo những đường khác nhau thì công của trọng lực theo các đường ấy là như nhau.

II – THẾ NĂNG ĐÀN HỒI

1. Công của lực đàn hồi

Như đã biết ở lớp 8, khi một vật biến dạng thì nó có thể sinh công. Lúc đó, vật có một dạng năng lượng gọi là thế năng đàn hồi.

Trong bài này ta xét một lò xo đàn hồi, có độ cứng k, một đầu gắn vào một vật, đầu kia được giữ cố định (Hình 26.4).



Hình 26.4

Ghi chú : Công thức (26.6) có thể chứng minh như sau : Với $|\Delta l|$ nhỏ, có thể tính A bằng công của lực đàn hồi trung bình F_{tb} :

$$A = F_{tb}(\Delta l)(-1) = \frac{F+0}{2}(-\Delta l)$$

$$A = \frac{1}{2}F(-\Delta l)$$

$$A = \frac{1}{2}(-k\Delta l)(-\Delta l)$$

nghĩa là $A = \frac{1}{2}k(\Delta l)^2$.

Lúc chưa biến dạng, độ dài lò xo là l_0. Lúc biến dạng độ dài lò xo là $l = l_0 + \Delta l$. Khi có biến dạng, lò xo tác dụng vào vật lực đàn hồi $\vec{F}$. Lực này tuân theo định luật Húc :

$$\left|\vec{F}\right| = k\left|\Delta l\right|$$

Nếu ta chọn chiều dương là chiều tăng độ dài l của lò xo thì có thể viết $\vec{F} = -k\Delta\vec{l}$.

Lực $\vec{F}$ này có thể sinh công. Phép tính chứng tỏ rằng, khi đưa lò xo từ trạng thái biến dạng về trạng thái không biến dạng thì công thực hiện bởi lực đàn hồi được xác định bằng công thức :

$$A = \frac{1}{2}k(\Delta l)^2 \qquad (26.6)$$

2. Thế năng đàn hồi

Khi lò xo đang ở trạng thái biến dạng thì hệ gồm lò xo và vật nhỏ có thế năng (thế năng đàn hồi). Tương tự như thế năng trọng trường, ta định nghĩa thế năng đàn hồi bằng công của lực đàn hồi. Vậy có thể viết công thức tính thế năng đàn hồi :

$$W_t = \frac{1}{2}k(\Delta l)^2 \qquad (26.7)$$

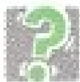
- Thế năng trọng trường (thế năng hấp dẫn) của một vật là dạng năng lượng tương tác giữa Trái Đất và vật ; nó phụ thuộc vào vị trí của vật trong trọng trường.
- Nếu chọn mốc thế năng tại mặt đất thì công thức thế năng trọng trường của một vật có khối lượng m đặt tại độ cao z là :

$$W_t = mgz$$

- Thế năng đàn hồi là dạng năng lượng của một vật chịu tác dụng của lực đàn hồi.
- Công thức tính thế năng đàn hồi của một lò xo ở trạng thái có biến dạng Δl là :

$$W_t = \frac{1}{2}k(\Delta l)^2$$

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Nêu định nghĩa và ý nghĩa của thế năng :

   a) trọng trường ; b) đàn hồi.

2. Khi một vật từ độ cao z, với cùng vận tốc đầu, bay xuống đất theo những con đường khác nhau thì

   A. độ lớn vận tốc chạm đất bằng nhau.

   B. thời gian rơi bằng nhau.

   C. công của trọng lực bằng nhau.

   D. gia tốc rơi bằng nhau.

   Hãy chọn câu *sai*.

3. Một vật khối lượng 1,0 kg có thế năng 1,0 J đối với mặt đất. Lấy $g = 9,8$ m/s^2. Khi đó, vật ở độ cao bằng bao nhiêu ?

   A. 0,102 m. B. 1,0 m.

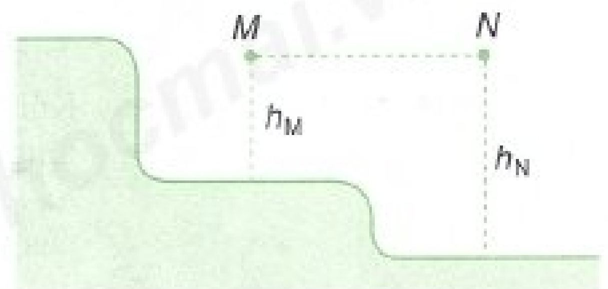
   C. 9,8 m. D. 32 m.

4. Một vật khối lượng *m* gắn vào đầu một lò xo đàn hồi có độ cứng *k*, đầu kia của lò xo cố định. Khi lò xo bị nén lại một đoạn Δl ($\Delta l < 0$) thì thế năng đàn hồi bằng bao nhiêu ?

   A. $+\frac{1}{2}k(\Delta l)^2$. B. $\frac{1}{2}k(\Delta l)$.

   C. $-\frac{1}{2}k\Delta l$. D. $-\frac{1}{2}k(\Delta l)^2$.

5. Trong Hình 26.5, hai vật cùng khối lượng nằm ở hai vị trí *M* và *N* sao cho *MN* nằm ngang. So sánh thế năng tại *M* và tại *N*.



Hình 26.5

6. Lò xo có độ cứng $k = 200$ N/m, một đầu cố định, đầu kia gắn với vật nhỏ. Khi lò xo bị nén 2 cm thì thế năng đàn hồi của hệ bằng bao nhiêu ? Thế năng này có phụ thuộc khối lượng của vật không ?

27 CƠ NĂNG

Trong quá trình chuyển động của một vật chịu tác dụng của trọng lực hay lực đàn hồi, động năng và thế năng của vật có liên hệ với nhau như thế nào ? Hãy quan sát một đồng hồ quả lắc đang dao động trong trọng trường ; động năng và thế năng của quả lắc biến đổi như thế nào ?

I - CƠ NĂNG CỦA VẬT CHUYỂN ĐỘNG TRONG TRỌNG TRƯỜNG

1. Định nghĩa

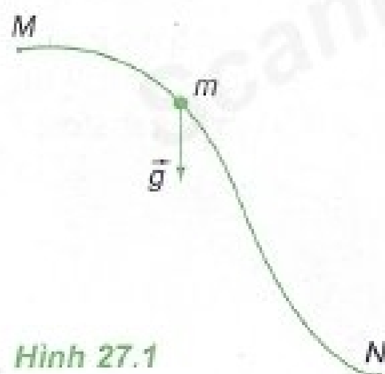
Khi một vật chuyển động trong trọng trường thì tổng động năng và thế năng của vật được gọi là *cơ năng* của vật trong trọng trường (gọi tắt là cơ năng của vật).

Kí hiệu cơ năng của vật là W, theo định nghĩa ta có thể viết :

$$W = W_đ + W_t$$

$$W = \frac{1}{2}mv^2 + mgz \qquad (27.1)$$

2. Sự bảo toàn cơ năng của vật chuyển động trong trọng trường



Hình 27.1

Xét một vật khối lượng m chuyển động trong trọng trường từ vị trí M đến vị trí N (Hình 27.1). Trong quá trình chuyển động đó, công A_{MN} của trọng lực được xác định bởi hiệu thế năng tại M và tại N (xem (26.5)) :

$$A_{MN} = W_t(M) - W_t(N) \qquad (27.2)$$

Nếu trong quá trình đó, vật chỉ chịu tác dụng của trọng lực thì theo (25.1) công của trọng lực cũng được tính bằng độ biến thiên động năng của vật từ M đến N :

$$A_{MN} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \qquad (27.3)$$

$$A_{MN} = W_đ(N) - W_đ(M)$$

trong đó $W_đ(M) = \frac{1}{2}mv_1^2$

$$W_đ(N) = \frac{1}{2}mv_2^2$$

lần lượt là động năng của vật tại vị trí đầu M và vị trí cuối N.

Cho bằng nhau hai giá trị của A_{MN} trong (27.2) và (27.3) ta được :

$$W_t(M) - W_t(N) = W_đ(N) - W_đ(M)$$

$$W_đ(M) + W_t(M) = W_đ(N) + W_t(N)$$

Theo định nghĩa cơ năng (27.1), vế trái của công thức trên biểu thị cơ năng của vật tại M, vế phải biểu thị cơ năng của vật tại N :

$$W(M) = W(N) \qquad (27.4)$$

Vì M và N là hai vị trí bất kì của vật trong quá trình chuyển động, nên từ hệ thức (27.4) có thể phát biểu định luật bảo toàn cơ năng của vật chuyển động trong trọng trường :

Khi một vật chuyển động trong trọng trường chỉ chịu tác dụng của trọng lực thì cơ năng của vật là một đại lượng bảo toàn.

$$W = W_đ + W_t = \text{hằng số}$$

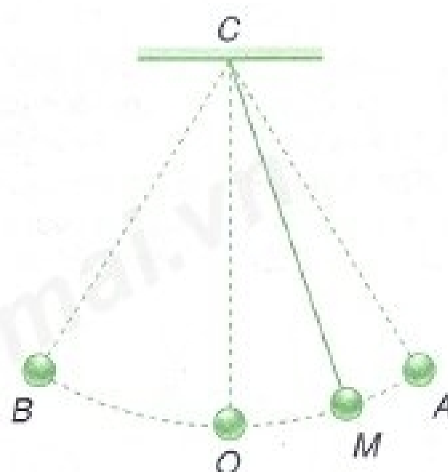
hay $\frac{1}{2}mv^2 + mgz = \text{hằng số} \qquad (27.5)$

3. Hệ quả

Trong quá trình chuyển động của một vật trong trọng trường :

– Nếu động năng giảm thì thế năng tăng (động năng chuyển hoá thành thế năng) và ngược lại ;

– Tại vị trí nào động năng cực đại thì thế năng cực tiểu và ngược lại. **C1**



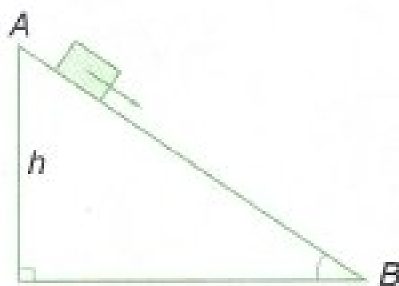
Hình 27.2

C1 Con lắc đơn tạo bởi một vật nặng nhỏ gắn vào đầu một sợi dây mảnh không co dãn, đầu kia của dây gắn cố định tại C (Hình 27.2). Đưa vật lên vị trí A rồi thả nhẹ nhàng, vật sẽ đi xuống đến O (vị trí thấp nhất) rồi đi lên đến B, sau đó quay lại và dao động cứ thế tiếp diễn. Nếu không có tác dụng của các lực cản, lực ma sát :

a) Chứng minh rằng A và B đối xứng nhau qua CO.

b) Vị trí nào động năng cực đại ? Cực tiểu ?

c) Trong quá trình nào động năng chuyển hoá thành thế năng và ngược lại ?



Hình 27.3

C2 Một vật nhỏ trượt không vận tốc đầu từ một đỉnh dốc cao h = 5 m (Hình 27.3) ; khi xuống tới chân dốc B, vận tốc của vật là v = 6 m/s. Cơ năng của vật có bảo toàn không ? Giải thích.

II - CƠ NĂNG CỦA VẬT CHỊU TÁC DỤNG CỦA LỰC ĐÀN HỒI

Tương tự như trên có thể chứng minh rằng :

Khi một vật chỉ chịu tác dụng của lực đàn hồi gây bởi sự biến dạng của một lò xo đàn hồi thì trong quá trình chuyển động của vật, cơ năng được tính bằng tổng động năng và thế năng đàn hồi của vật là một đại lượng bảo toàn.

$$W = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}k(\Delta l)^2 = \text{hằng số} \qquad (27.6)$$

Chú ý quan trọng : Định luật bảo toàn cơ năng chỉ nghiệm đúng khi vật chuyển động chỉ chịu tác dụng của trọng lực và lực đàn hồi, ngoài ra nếu vật còn chịu thêm tác dụng của lực cản, lực ma sát... thì *cơ năng của vật sẽ biến đổi*. Công của các lực cản, lực ma sát... sẽ bằng độ biến thiên của cơ năng. C2

- Cơ năng của vật chuyển động dưới tác dụng của trọng lực bằng tổng động năng và thế năng trọng trường của vật.
- Cơ năng của vật chuyển động dưới tác dụng của lực đàn hồi bằng tổng động năng và thế năng đàn hồi của vật.
- Nếu không có tác dụng của lực khác (như lực cản, lực ma sát...) thì trong quá trình chuyển động, cơ năng của vật là một đại lượng bảo toàn.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Viết công thức tính cơ năng của vật chuyển động trong trọng trường.
2. Viết công thức tính cơ năng của vật chịu tác dụng của lực đàn hồi.
3. Phát biểu định luật bảo toàn cơ năng.
4. Nêu một ví dụ về sự chuyển hoá giữa động năng và thế năng trong trường hợp vật chịu tác dụng của lực đàn hồi.
5. Cơ năng là một đại lượng
   A. luôn luôn dương.
   B. luôn luôn dương hoặc bằng không.
   C. có thể dương, âm hoặc bằng không.
   D. luôn luôn khác không.
6. Khi có tác dụng của cả trọng lực và lực đàn hồi thì cơ năng của vật được tính như thế nào ?

7. Một vật nhỏ được ném lên từ một điểm *M* phía trên mặt đất ; vật lên tới điểm *N* thì dừng và rơi xuống. Bỏ qua sức cản của không khí. Trong quá trình *MN*

A. động năng tăng.

B. thế năng giảm.

C. cơ năng cực đại tại *N*.

D. cơ năng không đổi.

Chọn đáp án đúng.

8. Từ điểm *M* (có độ cao so với mặt đất bằng 0,8 m) ném lên một vật với vận tốc đầu 2 m/s. Biết khối lượng của vật bằng 0,5 kg, lấy $g = 10$ m/s^2. Cơ năng của vật bằng bao nhiêu ?

A. 4 J. B. 1 J.

C. 5 J. D. 8 J.

Em có biết ?

NĂNG LƯỢNG THUỶ ĐIỆN Ở NƯỚC TA

Ở nước ta có nhiều thác cao, nhiều dòng sông bắt nguồn từ những vùng núi cao. Nước ở những độ cao đó có dự trữ thế năng hết sức to lớn. Khi những lượng nước đó chảy xuống, thế năng dự trữ chuyển hoá thành động năng, làm quay tuabin của máy phát, tạo ra điện năng. Dưới đây là công suất của một số nhà máy thuỷ điện ở nước ta (hiện tại và tương lai).

Miền		Nhà máy thuỷ điện	Công suất một tổ máy (MW) nhân với số tổ máy
Bắc	Hiện tại	Thác Bà (sông Chảy) Hoà Bình (sông Đà)	36.3 = 108 MW 240.8 = 1 920 MW
	Tương lai	Sơn La (sông Đà) Lai Châu (sông Đà) Huội Quảng (sông Nậm Mu)	2 400 MW 1 200 MW 600 MW
Trung	Hiện tại	Vĩnh Sơn (sông Đa-khan) Sông Hinh Y-a-ly (sông Sê-san)	33.2 = 66 MW 33.2 = 66 MW 180.4 = 720 MW
	Tương lai	Sê-san 3	200 MW
Nam	Hiện tại	Đa-nhim Trị An (sông Đồng Nai) Thác Mơ	40.4 = 160 MW 100.4 = 400 MW 150 MW
	Tương lai	Hàm Thuận Đại Ninh Đồng Nai	400 MW 320 MW 400 MW

(1 MW = 10^6 W)

TỔNG KẾT CHƯƠNG IV
CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

Tuỳ theo hệ cơ học đang xét, có thể xảy ra sự biến thiên hay bảo toàn của một số đại lượng vật lí.

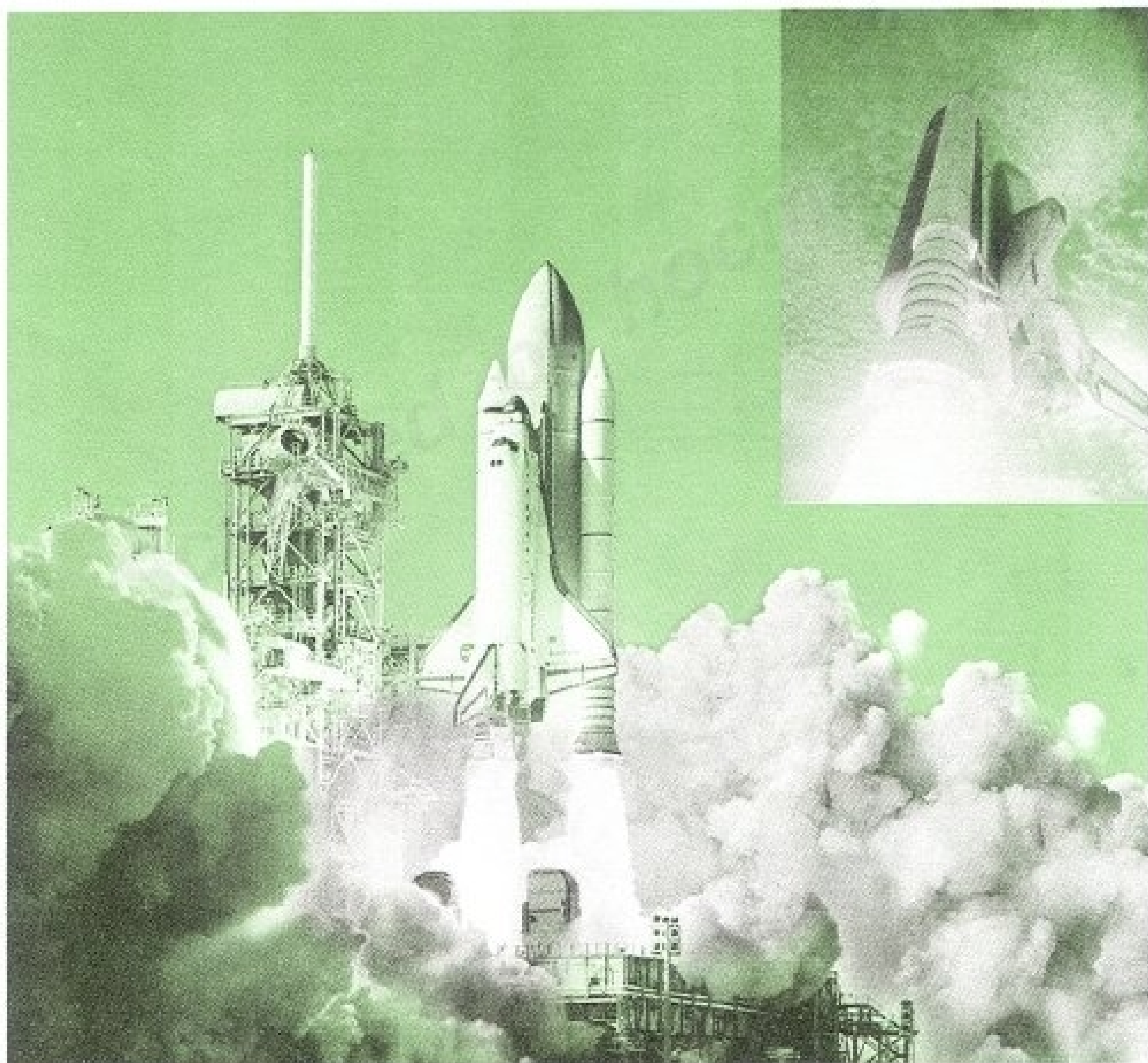
<table>
<tr><th>Đại lượng</th><th>Biến thiên</th><th>Bảo toàn</th></tr>
<tr><td>Động lượng :
$\vec{p} = m\vec{v}$</td><td>Biến thiên động lượng của một vật chịu tác dụng của ngoại lực :
$\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t$</td><td rowspan="3">Bảo toàn động lượng của một hệ cô lập :
$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + ... =$ không đổi</td></tr>
<tr><td>Động năng :
$W_đ = \frac{mv^2}{2}$</td><td>Biến thiên động năng của một vật bằng công A của ngoại lực tác dụng lên vật :
$\Delta W_đ = A$</td></tr>
<tr><td colspan="2">Thế năng</td></tr>
<tr><td>Thế năng hấp dẫn :
$W_t = mgz$
(mốc thế năng tại mặt đất).</td><td>Thế năng đàn hồi :
$W_t = \frac{1}{2}k(\Delta l)^2$
(mốc thế năng tại trạng thái không biến dạng).</td><td rowspan="2">Cơ năng bằng tổng động năng và thế năng (hấp dẫn, đàn hồi).
Nếu không có các lực ma sát, lực cản của môi trường... thì cơ năng (hấp dẫn, đàn hồi) là một đại lượng bảo toàn :
$W_đ + W_t =$ hằng số</td></tr>
<tr><td colspan="2">Công của lực (trọng lực, lực đàn hồi) bằng hiệu số thế năng đầu trừ đi thế năng cuối.</td></tr>
</table>

10.VL10.C-B

PHẦN HAI

NHIỆT HỌC

Có nhiều hiện tượng liên quan đến chuyển động và tương tác của các phân tử. Nhiệt học là một trong những bộ phận của Vật lí học có nhiệm vụ nghiên cứu các hiện tượng này.



Tàu con thoi Cô-lum-bi-a

NHIỆT HỌC

- CHẤT KHÍ
- CƠ SỞ CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC
- CHẤT RẮN VÀ CHẤT LỎNG
  SỰ CHUYỂN THỂ

CHƯƠNG V

Chất khí

Chương này nghiên cứu tính chất của chất khí và các quá trình biến đổi trạng thái của chất khí.



Khinh khí cầu dùng trong nghiên cứu khí tượng, thuỷ văn.

- Cấu tạo chất
- Thuyết động học phân tử chất khí
- Khí lí tưởng
- Các quá trình biến đổi trạng thái của khí lí tưởng và các định luật tương ứng
- Phương trình trạng thái của khí lí tưởng

28 CẤU TẠO CHẤT THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CHẤT KHÍ

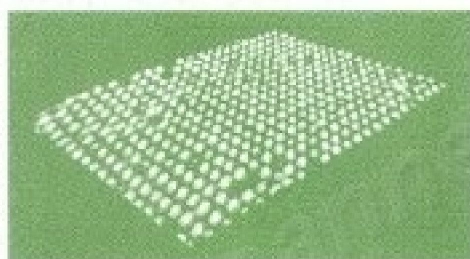
I – CẤU TẠO CHẤT



Hình 28.1

Nước đá, nước và hơi nước đều được cấu tạo từ cùng một loại phân tử là phân tử nước. Nhưng tại sao nước đá lại có thể tích và hình dạng riêng, nước có thể tích riêng nhưng hình dạng lại là hình dạng của bình chứa, còn hơi nước thì không có cả thể tích riêng lẫn hình dạng riêng (Hình 28.1) ?

1. Những điều đã học về cấu tạo chất



Hình 28.2. Ảnh chụp các nguyên tử silic qua kính hiển vi hiện đại (kính hiển vi lực nguyên tử).

Ở lớp 8 ta đã biết :

– *Các chất được cấu tạo từ các hạt riêng biệt là phân tử* [(1)] *;*

– *Các phân tử chuyển động không ngừng ;*

– *Các phân tử chuyển động càng nhanh thì nhiệt độ của vật càng cao* [(2)].

Tuy nhiên, nếu các phân tử cấu tạo nên vật chuyển động không ngừng thì tại sao vật (một hòn phấn, một cái bút chẳng hạn...) lại không rã ra thành từng phân tử riêng biệt, mà cứ giữ nguyên hình dạng và thể tích của chúng ?

---

(1) *Các hạt cấu tạo nên chất rắn và các khí trơ là các nguyên tử, được coi là các phân tử đơn nguyên tử. Người ta đã xác định được kích thước và khối lượng của phân tử các chất khác nhau. Phân tử nước chẳng hạn, có kích thước là 4.10^{-10} m và khối lượng $2,9.10^{-26}$ kg. Để hình dung được kích thước và khối lượng của phân tử nhỏ bé như thế nào ta có thể dùng hình ảnh so sánh sau đây : Kích thước và khối lượng của quả cam so với kích thước và khối lượng của Trái Đất thế nào thì kích thước và khối lượng của phân tử so với kích thước và khối lượng của quả cam như thế.*

(2) *Ở nhiệt độ trong phòng (27°C) các phân tử hiđrô chuyển động với vận tốc khoảng 1 900 m/s (lớn hơn vận tốc của viên đạn đang bay), còn các phân tử ôxi chuyển động với vận tốc khoảng 500 m/s.*

2. Lực tương tác phân tử

Các vật có thể giữ được hình dạng và thể tích của chúng là do giữa các phân tử cấu tạo nên vật đồng thời có lực hút và lực đẩy. Độ lớn của những lực này phụ thuộc vào khoảng cách giữa các phân tử.

Khi khoảng cách giữa các phân tử nhỏ thì lực đẩy mạnh hơn lực hút, khi khoảng cách giữa các phân tử lớn thì lực hút mạnh hơn lực đẩy. Khi khoảng cách giữa các phân tử rất lớn (lớn hơn nhiều lần kích thước phân tử) thì lực tương tác giữa chúng coi như không đáng kể. C1

Để hình dung được sự tồn tại đồng thời của lực hút và lực đẩy phân tử, người ta có thể dùng mô hình sau đây.

Coi hai phân tử đứng cạnh nhau như hai quả cầu.	
Coi liên kết giữa hai phân tử như một lò xo.	
1. Lò xo bị dãn có xu hướng co lại : tổng hợp lực liên kết phân tử là lực hút.	
2. Lò xo bị nén có xu hướng dãn ra : tổng hợp lực liên kết phân tử là lực đẩy.	
3. Lò xo không nén cũng không dãn : các phân tử có khoảng cách sao cho lực đẩy và lực hút cân bằng nhau.	

Chú ý : Mô hình trên chỉ cho phép hình dung gần đúng sự xuất hiện lực đẩy và lực hút phân tử ; không cho thấy bản chất cũng như sự phụ thuộc của độ lớn của lực này vào khoảng cách giữa các phân tử. C2

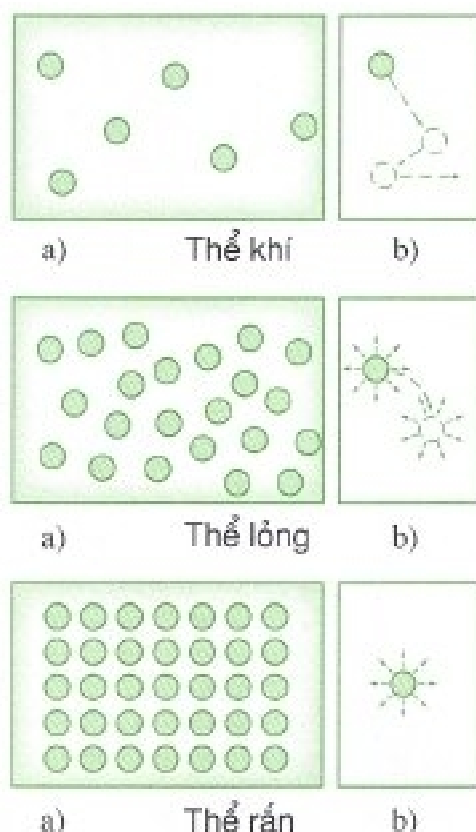
C1 Tại sao cho hai thỏi chì có mặt đáy phẳng đã được mài nhẵn tiếp xúc với nhau thì chúng hút nhau (Hình 28.3) ? Tại sao hai mặt không được mài nhẵn thì lại không hút nhau ?



Hình 28.3

C2 Tại sao có thể sản xuất thuốc viên bằng cách nghiền nhỏ dược phẩm rồi cho vào khuôn nén mạnh ?

Nếu bẻ đôi viên thuốc rồi dùng tay ép sát hai mảnh lại thì hai mảnh không thể dính liền với nhau. Tại sao ?



Hình 28.4. Sự sắp xếp (a) và chuyển động (b) của phân tử ở các thể khí, lỏng, rắn.

3. Các thể rắn, lỏng, khí

Ta đã biết các chất tồn tại ở các thể[1] thường gặp là : thể khí, thể lỏng và thể rắn. Sự khác nhau giữa các thể này được giải thích như thế nào ?

Ở thể khí, các phân tử ở xa nhau (khoảng cách giữa các phân tử lớn gấp hàng chục lần kích thước của chúng). Lực tương tác giữa các phân tử rất yếu nên các phân tử chuyển động hoàn toàn hỗn loạn[2]. Do đó, *chất khí không có hình dạng và thể tích riêng. Chất khí luôn chiếm toàn bộ thể tích của bình chứa và có thể nén được dễ dàng.*

Ở thể rắn, các phân tử ở gần nhau (khoảng cách giữa các phân tử chỉ vào cỡ kích thước của chúng). Lực tương tác giữa các phân tử chất rắn rất mạnh nên giữ được các phân tử này ở các vị trí xác định và làm cho chúng chỉ có thể dao động xung quanh các vị trí cân bằng xác định này. *Do đó, các vật rắn có thể tích và hình dạng riêng xác định.*

Thể lỏng được coi là trung gian giữa thể khí và thể rắn.

Lực tương tác giữa các phân tử ở thể lỏng lớn hơn lực tương tác giữa các phân tử ở thể khí nên giữ được các phân tử không chuyển động phân tán ra xa nhau. Nhờ đó, chất lỏng có thể tích riêng xác định. Tuy nhiên, lực này chưa đủ lớn như trong chất rắn để giữ các phân tử ở những vị trí xác định. Các phân tử ở thể lỏng cũng dao động xung quanh các vị trí cân bằng, nhưng những vị trí này không cố định mà di chuyển. Do đó chất lỏng *không có hình dạng riêng mà có hình dạng của phần bình chứa nó.*

---

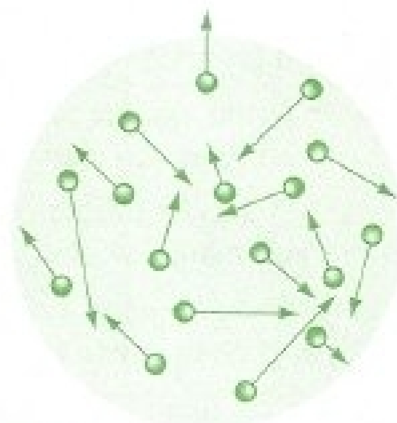
(1) *Trong vật lí "thể" còn gọi là "trạng thái cấu tạo chất" hoặc "pha".*

(2) *Từ "khí" (gas) trong ngôn ngữ của nhiều nước châu Âu có nguồn gốc từ chữ Hi Lạp "khaos", có nghĩa là "hỗn loạn".*

II – THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CHẤT KHÍ

1. Nội dung cơ bản của thuyết động học phân tử chất khí

Thuyết động học phân tử chất khí ra đời vào những năm đầu của thế kỉ XVIII. Sau đây là những nội dung cơ bản của thuyết.

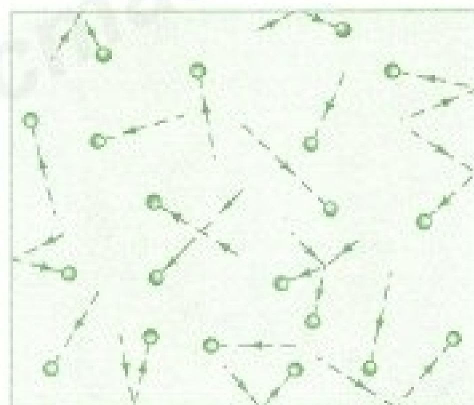


Hình 28.5. Các phân tử khí chuyển động hỗn loạn theo mọi hướng.

Chất khí được cấu tạo từ các phân tử riêng rẽ, có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách giữa chúng.

Các phân tử khí chuyển động hỗn loạn không ngừng ; chuyển động này càng nhanh thì nhiệt độ chất khí càng cao.

Khi chuyển động hỗn loạn các phân tử khí va chạm vào nhau và va chạm vào thành bình.



Hình 28.6. Các phân tử va chạm vào nhau và va chạm vào thành bình.

Mỗi phân tử khí va chạm vào thành bình tác dụng lên thành bình một lực không đáng kể, nhưng vô số phân tử khí va chạm vào thành bình tác dụng lên thành bình một lực đáng kể. Lực này gây áp suất của chất khí lên thành bình.

2. Khí lí tưởng

Vì các phân tử khí ở xa nhau nên thể tích riêng của các phân tử khí rất nhỏ so với thể tích của bình chứa. Vì thế để đơn giản ta có thể bỏ qua thể tích riêng của các phân tử, coi chúng như các chất điểm.

Mặt khác, khi chưa va chạm thì lực tương tác giữa các phân tử khí rất yếu, nên cũng có thể bỏ qua.

Chất khí trong đó các phân tử được coi là các chất điểm và chỉ tương tác khi va chạm được gọi là khí lí tưởng.

- Cấu tạo chất

– Ở thể khí, lực tương tác giữa các phân tử rất yếu nên các phân tử chuyển động hoàn toàn hỗn loạn.

– Ở thể rắn, lực tương tác giữa các phân tử rất mạnh nên giữ được các phân tử ở các vị trí cân bằng xác định, làm cho chúng chỉ có thể dao động xung quanh các vị trí này.

– Ở thể lỏng, lực tương tác giữa các phân tử lớn hơn ở thể khí nhưng nhỏ hơn ở thể rắn, nên các phân tử dao động xung quanh các vị trí cân bằng có thể di chuyển được.

- Thuyết động học phân tử chất khí

– Chất khí được cấu tạo từ các phân tử có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách giữa chúng.

– Các phân tử khí chuyển động hỗn loạn không ngừng ; chuyển động này càng nhanh thì nhiệt độ chất khí càng cao.

– Khi chuyển động hỗn loạn các phân tử khí va chạm vào thành bình gây áp suất lên thành bình.

- Chất khí trong đó các phân tử được coi là các chất điểm và chỉ tương tác khi va chạm gọi là khí lí tưởng.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Tóm tắt nội dung về cấu tạo chất.
2. So sánh các thể khí, lỏng, rắn về các mặt sau đây :
   – loại phân tử ;
   – tương tác phân tử ;
   – chuyển động phân tử.
3. Nêu các tính chất của chuyển động của phân tử.
4. Định nghĩa khí lí tưởng.

5. Tính chất nào sau đây *không* phải là của phân tử ?

   A. Chuyển động không ngừng.

   B. Giữa các phân tử có khoảng cách.

   C. Có lúc đứng yên, có lúc chuyển động.

   D. Chuyển động càng nhanh thì nhiệt độ của vật càng cao.

6. Khi khoảng cách giữa các phân tử rất nhỏ, thì giữa các phân tử

   A. chỉ có lực hút.

   B. chỉ có lực đẩy.

   C. có cả lực hút và lực đẩy, nhưng lực đẩy lớn hơn lực hút.

   D. có cả lực hút và lực đẩy, nhưng lực đẩy nhỏ hơn lực hút.

   Chọn đáp án đúng.

7. Tính chất nào sau đây *không* phải là của phân tử của vật chất ở thể khí ?

A. Chuyển động hỗn loạn.

B. Chuyển động không ngừng.

C. Chuyển động hỗn loạn và không ngừng.

D. Chuyển động hỗn loạn xung quanh các vị trí cân bằng cố định.

8. Nêu ví dụ chứng tỏ giữa các phân tử có lực hút, lực đẩy.

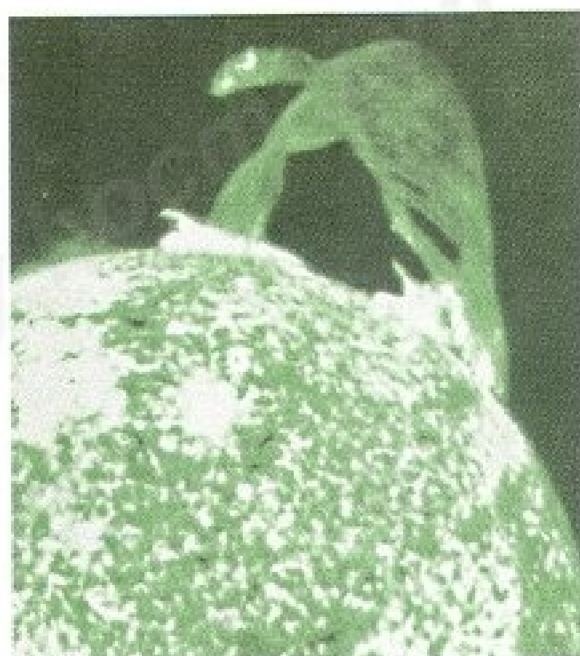
Em có biết ?

PLASMA

Trong lòng Mặt Trời, nhiệt độ lên tới hàng chục triệu độ. Ở nhiệt độ này vật chất không tồn tại dưới ba trạng thái cấu tạo chất thường gặp là khí, lỏng và rắn mà tồn tại dưới một trạng thái đặc biệt gọi là plasma. Trong trạng thái plasma, vật chất không tồn tại dưới dạng các nguyên tử và phân tử mà dưới dạng các ion mang điện. Trên Trái Đất, trạng thái plasma rất hiếm ; tuy nhiên, trong vũ trụ lại có tới trên 99% vật chất đang tồn tại dưới dạng plasma.



Hình 28.7. *Trạng thái plasma trên Trái Đất từ một vụ nổ nhiệt hạch.*



Hình 28.8. *Trạng thái plasma trên Mặt Trời.*

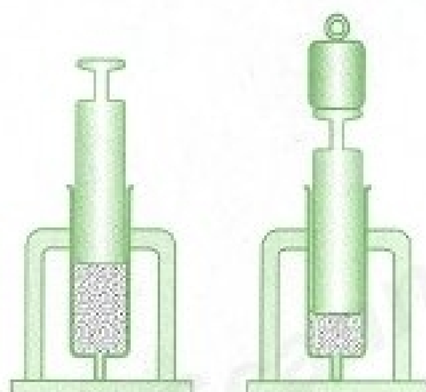
29 QUÁ TRÌNH ĐẲNG NHIỆT ĐỊNH LUẬT BÔI-LƠ – MA-RI-ỐT



Rô-bớt Bôi-lơ (Robert Boyle, 1627 - 1691) Nhà vật lí người Anh

Thí nghiệm mô tả ở Hình 29.1 cho thấy khi thể tích của một lượng khí giảm thì áp suất tăng, nhưng chưa cho biết mối liên hệ định lượng giữa áp suất và thể tích của một lượng khí.

Làm thế nào để tìm được mối liên hệ này ?



Hình 29.1

I - TRẠNG THÁI VÀ QUÁ TRÌNH BIẾN ĐỔI TRẠNG THÁI

Trạng thái của một lượng khí được xác định bằng thể tích V, áp suất p và nhiệt độ tuyệt đối T[1].

Những đại lượng này được gọi là các *thông số trạng thái của một lượng khí*. Giữa các thông số trạng thái của một lượng khí có những mối liên hệ xác định. Lượng khí có thể chuyển từ trạng thái này sang trạng thái khác bằng các *quá trình biến đổi trạng thái*, gọi tắt là quá trình.

Trong hầu hết các quá trình tự nhiên, cả ba thông số trạng thái đều thay đổi. Tuy nhiên cũng có thể thực hiện được những quá trình trong đó chỉ có hai thông số biến đổi, còn một thông số không đổi. Những quá trình này được gọi là *đẳng quá trình*.

Người ta có thể dùng thí nghiệm để nghiên cứu các đẳng quá trình, tìm ra mối liên hệ giữa từng cặp thông số, từ đó xây dựng phương trình mô tả mối liên hệ đồng thời cả ba thông số.

(1) *Nhiệt độ tuyệt đối là nhiệt độ theo nhiệt giai Ken-vin, có đơn vị là kenvin, kí hiệu là K : T (K) = 273 + t (xem Vật lí 8).*

II - QUÁ TRÌNH ĐẲNG NHIỆT

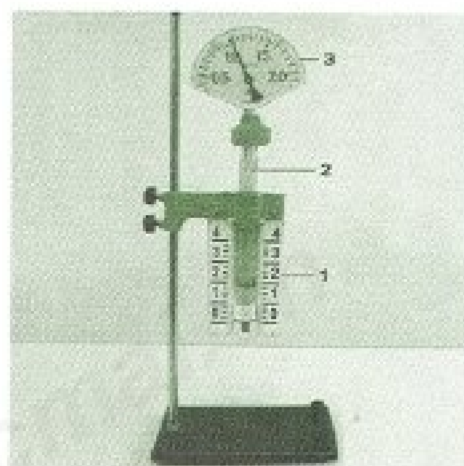
Quá trình biến đổi trạng thái trong đó nhiệt độ được giữ không đổi gọi là quá trình đẳng nhiệt.

III - ĐỊNH LUẬT BÔI-LƠ – MA-RI-ỐT

1. Đặt vấn đề

Từ những quan sát hằng ngày và những thí nghiệm đơn giản như thí nghiệm ở Hình 29.1, ta thấy khi nhiệt độ không đổi, nếu thể tích của một lượng khí giảm thì áp suất của nó tăng. Nhưng liệu áp suất có tăng tỉ lệ nghịch với thể tích không ?

Để trả lời câu hỏi này ta phải dựa vào thí nghiệm.



Hình 29.2. Sơ đồ thí nghiệm quá trình đẳng nhiệt.

Dùng tay ấn pit-tông (2) xuống hoặc kéo pit-tông lên để làm thay đổi thể tích không khí trong xilanh (1). Sự thay đổi áp suất của không khí trong xilanh được nhận biết nhờ áp kế (3).

2. Thí nghiệm

Thí nghiệm vẽ ở Hình 29.2 cho phép đo các giá trị của áp suất khi thể tích của một lượng khí thay đổi, còn nhiệt độ không thay đổi. Dựa vào đó ta có thể trả lời được câu hỏi trên.

Nếu $p \sim \dfrac{1}{V}$ thì pV = hằng số

Kết quả thí nghiệm

Bảng 29.1

Thể tích V (cm^3)	Áp suất p (10^5Pa)	pV
20	1,00	
10	2,00	
40	0,50	
30	0,67	

C1 ; **C2**

C1 Hãy tính các giá trị của tích pV ở Bảng 29.1 và rút ra kết luận về dự đoán.

C2 Hãy dùng các số liệu trong bảng kết quả thí nghiệm để vẽ đường biểu diễn sự biến thiên của p theo V trong hệ toạ độ (p, V).

– Trên trục hoành : 1 cm ứng với 10 cm^3.

– Trên trục tung : 1 cm ứng với 0,2.10^5 Pa.

Ví dụ :

Dưới áp suất 10^5 Pa một lượng khí có thể tích là 10 lít. Tính thể tích của lượng khí này khi áp suất là $1,25.10^5$ Pa. Biết nhiệt độ được giữ không đổi.

Giải :

Trạng thái 1	*Trạng thái 2*
$p_1 = 10^5$ Pa	$p_2 = 1,25.10^5$ Pa
$V_1 = 10\ l$	$V_2 = ?$

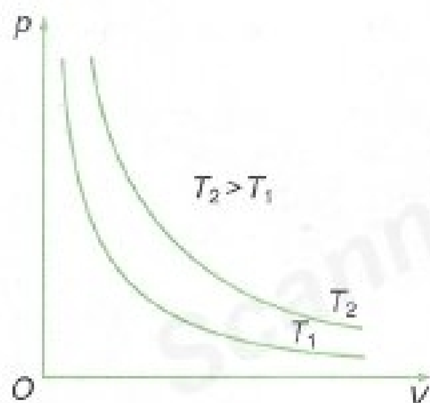
Theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt ta có :

$$p_1V_1 = p_2V_2$$

Do đó :

$$V_2 = \frac{p_1V_1}{p_2} = \frac{1,00.10}{1,25}$$

$$V_2 = 8 \text{ lít}$$



Hình 29.3

3. Định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt

Trong quá trình đẳng nhiệt của một lượng khí nhất định, áp suất tỉ lệ nghịch với thể tích.

$$p \sim \frac{1}{V} \text{ hay } pV = \text{hằng số} \qquad (29.1)$$

Định luật trên được nhà vật lí người Anh Bôi-lơ (Boyle, 1627 – 1691) tìm ra năm 1662 và nhà vật lí người Pháp Ma-ri-ốt (Mariotte, 1620 – 1684) cũng tìm ra một cách độc lập vào năm 1676, nên được gọi là định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt.

Nếu gọi p_1, V_1 là áp suất và thể tích của một lượng khí ở trạng thái 1 ; p_2, V_2 là áp suất và thể tích của lượng khí này ở trạng thái 2, thì theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt ta có :

$$p_1V_1 = p_2V_2 \qquad (29.2)$$

IV - ĐƯỜNG ĐẲNG NHIỆT

Đường biểu diễn sự biến thiên của áp suất theo thể tích khi nhiệt độ không đổi gọi là đường đẳng nhiệt. Trong hệ toạ độ (p, V) đường này là đường hypebol.

Ứng với các nhiệt độ khác nhau của cùng một lượng khí có các đường đẳng nhiệt khác nhau (Hình 29.3).

Đường đẳng nhiệt ở trên ứng với nhiệt độ cao hơn đường đẳng nhiệt ở dưới.

- **Trạng thái của một lượng khí được xác định bằng các thông số trạng thái : áp suất *p*, thể tích *V* và nhiệt độ tuyệt đối *T*.**
- **Quá trình đẳng nhiệt là quá trình biến đổi trạng thái khi nhiệt độ không đổi.**
- **Định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt : Trong quá trình đẳng nhiệt của một lượng khí nhất định, áp suất tỉ lệ nghịch với thể tích.**

$$p \sim \frac{1}{V} \Rightarrow pV = \text{hằng số}$$

- **Trong hệ toạ độ (p, V) đường đẳng nhiệt là đường hypebol.**

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Kể tên các thông số trạng thái của một lượng khí.
2. Thế nào là quá trình đẳng nhiệt ?
3. Phát biểu và viết hệ thức của định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt.
4. Đường đẳng nhiệt trong hệ toạ độ (p, V) có dạng gì ?

7. Hệ thức nào sau đây phù hợp với định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt ?

A. $p_1V_1 = p_2V_2$. B. $\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}$.

C. $\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_2}$. D. $p \sim V$.



5. Trong các đại lượng sau đây, đại lượng nào *không* phải là thông số trạng thái của một lượng khí ?

A. Thể tích. B. Khối lượng.

C. Nhiệt độ tuyệt đối. D. Áp suất.

6. Trong các hệ thức sau đây hệ thức nào *không* phù hợp với định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt ?

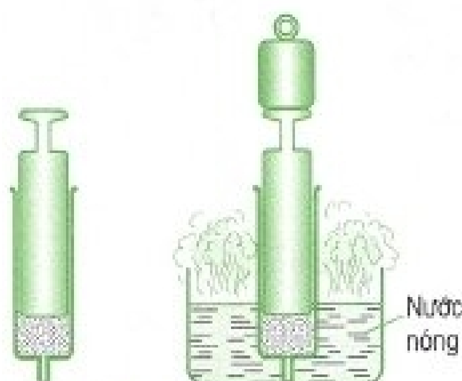
A. $p \sim \frac{1}{V}$. B. $V \sim \frac{1}{p}$.

C. $V \sim p$. D. $p_1V_1 = p_2V_2$.

8. Một xilanh chứa 150 cm^3 khí ở áp suất 2.10^5 Pa. Pit-tông nén khí trong xilanh xuống còn 100 cm^3. Tính áp suất của khí trong xilanh lúc này, coi nhiệt độ như không đổi.

9. Một quả bóng có dung tích 2,5 lít. Người ta bơm không khí ở áp suất 10^5 Pa vào bóng. Mỗi lần bơm được 125 cm^3 không khí. Tính áp suất của không khí trong quả bóng sau 45 lần bơm. Coi quả bóng trước khi bơm không có không khí và trong khi bơm nhiệt độ của không khí không thay đổi.

30 QUÁ TRÌNH ĐẲNG TÍCH ĐỊNH LUẬT SÁC-LƠ



Hình 30.1

Thí nghiệm vẽ ở Hình 30.1 cho phép ta rút ra nhận xét gì về mối quan hệ giữa áp suất và nhiệt độ khi thể tích không đổi ?

I - QUÁ TRÌNH ĐẲNG TÍCH

Quá trình biến đổi trạng thái khi thể tích không đổi là quá trình đẳng tích.



Hình 30.2

Cố định vị trí của pit-tông để giữ cho thể tích khí trong xilanh không đổi. Dùng nước nóng trong bình để thay đổi nhiệt độ của khí trong xilanh. Sự thay đổi áp suất của khí trong xilanh được đo bằng áp kế.

II - ĐỊNH LUẬT SÁC-LƠ

1. Thí nghiệm. Thí nghiệm ở Hình 30.2 cho phép theo dõi sự thay đổi áp suất của một lượng khí theo nhiệt độ trong quá trình đẳng tích.

Kết quả thí nghiệm

Bảng 30.1

p (10^5 Pa)	T (K)	$\frac{p}{T}$
1,00	301	.....
1,10	331	.....
1,20	350	.....
1,25	365	.....

C1

C1 Hãy tính các giá trị của $\frac{p}{T}$ ở Bảng 30.1. Từ đó rút ra mối liên hệ giữa p và T trong quá trình đẳng tích.

2. Định luật Sác-lơ

Vì $\frac{p}{T}$ *= hằng số, nên* $p \sim T$

Trong quá trình đẳng tích của một lượng khí nhất định, áp suất tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối.

$$\frac{p}{T} = \text{hằng số} \quad (30.1)$$

Phát biểu trên là một trong nhiều cách phát biểu của định luật Sác-lơ (Charles, 1746 – 1823, nhà vật lí người Pháp).

Gọi p_1, T_1 là áp suất và nhiệt độ tuyệt đối của một lượng khí ở trạng thái 1 ; p_2 và T_2 là áp suất và nhiệt độ của lượng khí này ở trạng thái 2. Ta có :

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad (30.2)$$

Ví dụ :

Tính áp suất của một lượng khí ở 30°C, biết áp suất ở 0°C là $1,20.10^5$ Pa và thể tích khí không đổi.

Giải :

Trạng thái 1	*Trạng thái 2*
$p_1 = 1,20.10^5$ Pa	$T_2 = 273 + 30 = 303$ K
$T_1 = 273$ K	$p_2 = ?$

Vì thể tích khí không đổi nên :

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$p_2 = \frac{p_1 T_2}{T_1} = \frac{1,20.10^5.303}{273}$$

$$p_2 = 1,33.10^5 \text{ Pa}$$

C2 Hãy dùng các số liệu trong bảng kết quả thí nghiệm để vẽ đường biểu diễn sự biến thiên của áp suất theo nhiệt độ tuyệt đối trong hệ toạ độ (p, T)

– Trên trục tung 1 cm ứng với $0,25.10^5$ Pa.

– Trên trục hoành 1 cm ứng với 50 K.

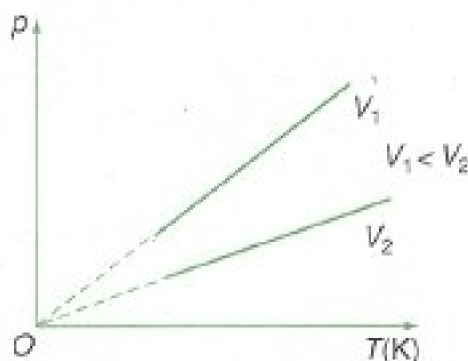
III - ĐƯỜNG ĐẲNG TÍCH

C2

Đường biểu diễn sự biến thiên của áp suất theo nhiệt độ khi thể tích không đổi gọi là đường đẳng tích.

Ứng với các thể tích khác nhau của cùng một lượng khí ta có những đường đẳng tích khác nhau (Hình 30.3). Đường ở trên ứng với thể tích nhỏ hơn.

C3



Hình 30.3

C3 Đường biểu diễn này có đặc điểm gì ?

- **Quá trình biến đổi trạng thái khi thể tích không đổi là quá trình đẳng tích.**
- **Định luật Sác-lơ : Trong quá trình đẳng tích của một lượng khí nhất định, áp suất tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối.**

$$p \sim T \Rightarrow \frac{p}{T} = \text{hằng số}$$

- **Trong hệ toạ độ (p,T) đường đẳng tích là đường thẳng mà nếu kéo dài sẽ đi qua gốc toạ độ.**

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Thế nào là quá trình đẳng tích ? Tìm một ví dụ về quá trình này.

2. Viết hệ thức liên hệ giữa p và T trong quá trình đẳng tích của một lượng khí nhất định.

3. Phát biểu định luật Sác-lơ.

4. Trong các hệ thức sau đây, hệ thức nào *không* phù hợp với định luật Sác-lơ ?

A. $p \sim T$. B. $p \sim t$.

C. $\frac{p}{T}$ = hằng số. D. $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$.

5. Trong hệ toạ độ (p, T), đường biểu diễn nào sau đây là đường đẳng tích ?

A. Đường hypebol.

B. Đường thẳng kéo dài qua gốc toạ độ.

C. Đường thẳng không đi qua gốc toạ độ.

D. Đường thẳng cắt trục p tại điểm $p = p_0$.

6. Hệ thức nào sau đây phù hợp với định luật Sác-lơ ?

A. $p \sim t$. B. $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_3}{T_3}$.

C. $\frac{p}{t}$ = hằng số. D. $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_2}{T_1}$.

7. Một bình chứa một lượng khí ở nhiệt độ 30°C và áp suất 2 bar. (1 bar = 10^5 Pa). Hỏi phải tăng nhiệt độ lên tới bao nhiêu độ để áp suất tăng gấp đôi ?

8. Một chiếc lốp ô tô chứa không khí có áp suất 5 bar và nhiệt độ 25°C. Khi xe chạy nhanh, lốp xe nóng lên làm cho nhiệt độ không khí trong lốp tăng lên tới 50°C. Tính áp suất của không khí trong lốp xe lúc này.

11.VL10.C-B

31 PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI CỦA KHÍ LÍ TƯỞNG

Nhúng một quả bóng bàn bẹp vào nước nóng, quả bóng phồng lên như cũ (Hình 31.1). Trong quá trình này, cả nhiệt độ, thể tích và áp suất của lượng khí chứa trong quả bóng đều thay đổi. Vậy phải dùng phương trình nào để xác định mối liên hệ giữa ba thông số của lượng khí này ?


Hình 31.1

I - KHÍ THỰC VÀ KHÍ LÍ TƯỞNG

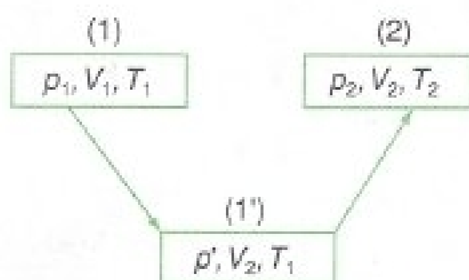
Những thí nghiệm chính xác cho thấy, chất khí thực (chất khí tồn tại trong thực tế như ôxi, nitơ, cacbonic...) chỉ tuân theo gần đúng các định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt và Sác-lơ. Giá trị của tích pV và thương $\frac{p}{T}$ thay đổi theo bản chất, nhiệt độ và áp suất của chất khí.

Chỉ có khí lí tưởng là tuân theo đúng các định luật về chất khí đã học.

Tuy nhiên, sự khác biệt giữa khí thực và khí lí tưởng không lớn ở những nhiệt độ và áp suất thông thường. Do đó, trong đời sống và kĩ thuật, khi không yêu cầu độ chính xác cao, ta có thể áp dụng các định luật về chất khí lí tưởng để tính áp suất, thể tích và nhiệt độ của khí thực.

II - PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI CỦA KHÍ LÍ TƯỞNG

Để lập phương trình này ta chuyển lượng khí từ trạng thái 1 (p_1, V_1, T_1) sang trạng thái 2 (p_2, V_2, T_2) qua trạng thái trung gian 1' (p', V_2, T_1) (Hình 31.2) bằng các đẳng quá trình đã học trong các bài trước.



Hình 31.2

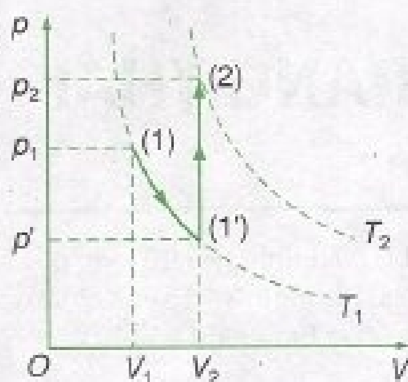
C1 – Lượng khí được chuyển từ trạng thái 1 sang trạng thái 1' bằng quá trình nào ? Hãy viết biểu thức liên hệ giữa p_1, V_1 và p', V_2.

– Lượng khí được chuyển từ trạng thái 1' sang trạng thái 2 bằng quá trình nào ? Hãy viết biểu thức liên hệ giữa p', T_1 và p_2, T_2.

C1

Dễ dàng chứng minh được :

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{pV}{T} = \text{hằng số} \quad (31.1)$$



Hình 31.3. Đồ thị biểu diễn quá trình biến đổi trạng thái trên Hình 31.2 trong hệ toạ độ (p, V).

Độ lớn của hằng số này phụ thuộc vào khối lượng khí.

Phương trình (31.1) được nhà vật lí người Pháp Cla-pê-rôn (Clapeyron) đưa ra năm 1834 và được gọi là *phương trình trạng thái của khí lí tưởng hay phương trình Cla-pê-rôn.*

Ví dụ :

Một cái bơm chứa 100 cm^3 không khí ở nhiệt độ 27°C và áp suất 10^5 Pa. Tính áp suất của không khí trong bơm khi không khí bị nén xuống còn 20 cm^3 và nhiệt độ tăng lên tới 39°C.

Giải :

Trạng thái 1	*Trạng thái 2*
$p_1 = 10^5$ Pa	$T_2 = 273 + 39 = 312$ K
$V_1 = 100$ cm^3	$V_2 = 20$ cm^3
$T_1 = 273 + 27 = 300$ K	$p_2 = ?$

Từ phương trình trạng thái của khí lí tưởng : $\dfrac{p_1V_1}{T_1} = \dfrac{p_2V_2}{T_2}$

ta có : $p_2 = \dfrac{p_1V_1T_2}{V_2T_1} = \dfrac{10^5.100.312}{20.300} = 5{,}2.10^5$ Pa.

III - QUÁ TRÌNH ĐẲNG ÁP

1. Quá trình đẳng áp

Quá trình biến đổi trạng thái khi áp suất không đổi gọi là quá trình đẳng áp.

2. Liên hệ giữa thể tích và nhiệt độ tuyệt đối trong quá trình đẳng áp

Từ phương trình $\dfrac{p_1V_1}{T_1} = \dfrac{p_2V_2}{T_2}$, ta thấy khi $p_1 = p_2$, nghĩa là khi áp suất không đổi thì :

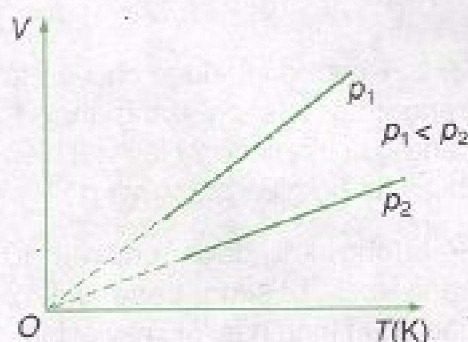
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V}{T} = \text{hằng số} \quad (31.2)$$

Trong quá trình đẳng áp của một lượng khí nhất định, thể tích tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối.

3. Đường đẳng áp

Đường biểu diễn sự biến thiên của thể tích theo nhiệt độ khi áp suất không đổi gọi là đường đẳng áp.

Ứng với các áp suất khác nhau của cùng một lượng khí có những đường đẳng áp khác nhau (Hình 31.4).



Hình 31.4

IV - "ĐỘ KHÔNG TUYỆT ĐỐI"

Đồ thị vẽ ở Hình 30.3 và 31.4 cho thấy nếu giảm nhiệt độ tới 0 K thì $p = 0$ và $V = 0$. Hơn nữa ở nhiệt độ dưới 0 K, áp suất và thể tích sẽ có giá trị âm. Đó là điều không thể thực hiện được.

Do đó, Ken-vin đã đưa ra một nhiệt giai bắt đầu bằng nhiệt độ 0 K gọi là độ không tuyệt đối. Các nhiệt độ trong nhiệt giai của Ken-vin đều có giá trị dương và mỗi độ chia trong nhiệt giai này cũng bằng mỗi độ chia trong nhiệt giai Xen-xi-út (Celsius).

Chính xác thì độ không tuyệt đối thấp hơn -273^0C một chút (vào khoảng $-273,15^0$C). Nhiệt độ thấp nhất mà con người thực hiện được trong phòng thí nghiệm hiện nay là 10^{-9} K.

- **Phương trình trạng thái của khí lí tưởng :**

$$\frac{pV}{T} = \text{hằng số} \Rightarrow \frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$$

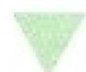
- **Trong quá trình đẳng áp của một lượng khí nhất định, thể tích tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối.**

$$p_1 = p_2 \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Khí lí tưởng là gì ?
2. Lập phương trình trạng thái của khí lí tưởng.
3. Viết hệ thức của sự nở đẳng áp của chất khí.



4. Hãy ghép các quá trình ghi bên trái với các phương trình tương ứng ghi bên phải.

1. Quá trình đẳng nhiệt — a) $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$

2. Quá trình đẳng tích — b) $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

3. Quá trình đẳng áp — c) $p_1V_1 = p_2V_2$

4. Quá trình bất kì — d) $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$

5. Trong hệ toạ độ (*V*, *T*), đường biểu diễn nào sau đây là đường đẳng áp ?

A. Đường thẳng song song với trục hoành.

B. Đường thẳng song song với trục tung.

C. Đường hypebol.

D. Đường thẳng kéo dài đi qua gốc toạ độ.

6. Mối liên hệ giữa áp suất, thể tích, nhiệt độ của một lượng khí trong quá trình nào sau đây *không* được xác định bằng phương trình trạng thái của khí lí tưởng ?

A. Nung nóng một lượng khí trong một bình đậy kín.

B. Nung nóng một lượng khí trong một bình không đậy kín.

C. Nung nóng một lượng khí trong một xilanh kín có pit-tông làm khí nóng lên, nở ra, đẩy pit-tông di chuyển.

D. Dùng tay bóp lõm quả bóng bàn.

7. Trong phòng thí nghiệm, người ta điều chế được 40 cm^3 khí hiđrô ở áp suất 750 mmHg và nhiệt độ 27°C. Tính thể tích của lượng khí trên ở điều kiện chuẩn (áp suất 760 mmHg và nhiệt độ 0°C).

8. Tính khối lượng riêng của không khí ở đỉnh núi Phăng-xi-păng cao 3 140 m. Biết rằng mỗi khi lên cao thêm 10 m thì áp suất khí quyển giảm 1 mmHg và nhiệt độ trên đỉnh núi là 2°C. Khối lượng riêng của không khí ở điều kiện chuẩn (áp suất 760 mmHg và nhiệt độ 0°C) là 1,29 kg/m^3.

Em có biết ?

1. Một số nhiệt độ theo nhiệt giai Ken-vin

	Nhiệt độ (K)
Vũ trụ khi bắt đầu hình thành (cách đây khoảng 15 tỉ năm)	10^{39}
Nhiệt độ cao nhất thực hiện được bằng thí nghiệm (1990)	10^9
Tâm của Mặt Trời	10^7
Dây tóc bóng đèn đang sáng	3 000
Ngọn lửa đỏ	1 273
Hơi nước đang sôi (ở áp suất chuẩn)	373
Nhiệt độ cao nhất mà các trạm khí tượng ở Trái Đất đo được	330
Nhiệt độ thấp nhất mà các trạm khí tượng ở Trái Đất đo được	184
Cơ thể người bình thường	310
Nước đá đang tan (ở áp suất chuẩn)	273
Nhiệt độ thấp nhất thực hiện được bằng thí nghiệm (1995)	0,000017

2. Bảng sau đây cho thấy sự tiến triển của các nghiên cứu trong hơn một thế kỉ qua nhằm tiến tới "độ không tuyệt đối"

Năm	Tên nhà bác học	Nhiệt độ đạt được
1883	Vro-ble-xki (Wrobleski), người Ba Lan O-lo-day-ki (Olozeiki), người Ba Lan	77,3 K
1898	Đi-ua (Dewar), người Anh	20,4 K
1933	Deb-vơ (Debve), người Hà Lan Đu-gôn (Dougall), người Mĩ	0,25 K
1950	On-nét (Onnes), người Hà Lan	10 mK
1983	Fro-sa-ti (Frosati), người Hà Lan	2 mK
1995	E-ríc Co-nen (Eric Cornell), người Mĩ Can Vi-man (Carl Wieman), người Mĩ	0,017 mK

TỔNG KẾT CHƯƠNG V
CHẤT KHÍ

I - THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CHẤT KHÍ

Chất khí được cấu tạo từ các phân tử có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách giữa chúng.

Các phân tử khí chuyển động hỗn loạn không ngừng ; chuyển động này càng nhanh thì nhiệt độ chất khí càng cao.

Khi chuyển động hỗn loạn, các phân tử khí va chạm vào thành bình và gây áp suất lên thành bình.

II - KHÍ LÍ TƯỞNG

Khí lí tưởng là khí tuân theo đúng các định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt, Sác-lơ.

III - CÁC QUÁ TRÌNH BIẾN ĐỔI TRẠNG THÁI CỦA KHÍ LÍ TƯỞNG

Phương trình trạng thái của khí lí tưởng
m = hằng số
$\frac{pV}{T}$ = hằng số $\Rightarrow \frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$

Quá trình đẳng nhiệt	Quá trình đẳng tích	Quá trình đẳng áp
T = hằng số	V = hằng số	p = hằng số
pV = hằng số $\Rightarrow p_1V_1 = p_2V_2$	$\frac{p}{T}$ = hằng số $\Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$	$\frac{V}{T}$ = hằng số $\Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$
(đồ thị p – V: p, O, V)	(đồ thị p – T: p, O, T; đồ thị p – V: p, O, V)	(đồ thị V – T: V, O, T; đồ thị p – V: p, O, V)

CHƯƠNG VI

Cơ sở của nhiệt động lực học

Nhiệt động lực học nghiên cứu các hiện tượng nhiệt về mặt năng lượng và biến đổi năng lượng.

- Nội năng và sự biến thiên nội năng
- Nguyên lí I nhiệt động lực học
- Nguyên lí II nhiệt động lực học

$$\Delta U = Q + A$$



32 NỘI NĂNG VÀ SỰ BIẾN THIÊN NỘI NĂNG

Nếu có người hỏi em phần lớn năng lượng đang được con người sử dụng là dạng năng lượng nào thì chắc em sẽ nghĩ tới điện năng, cơ năng hoặc năng lượng nguyên tử, chứ ít nghĩ tới nội năng. Ấy thế mà phần lớn năng lượng con người đang sử dụng lại được khai thác chính từ năng lượng này. Vậy nội năng là gì ?

I – NỘI NĂNG

1. Nội năng là gì ?

Do các phân tử chuyển động không ngừng nên chúng có động năng. Động năng phân tử phụ thuộc vào vận tốc của phân tử.

Do giữa các phân tử có lực tương tác nên ngoài động năng các phân tử còn có thế năng tương tác phân tử, gọi tắt là *thế năng phân tử*. Thế năng phân tử phụ thuộc vào sự phân bố các phân tử.

Trong nhiệt động lực học người ta gọi tổng động năng và thế năng của các phân tử cấu tạo nên vật là nội năng của vật.

Nội năng của vật được kí hiệu bằng chữ U và có đơn vị là jun (J). C1 ; C2

C1 Hãy chứng tỏ nội năng của một vật phụ thuộc vào nhiệt độ và thể tích của vật :

$$U = f(T, V)$$

C2 Hãy chứng tỏ nội năng của một lượng khí lí tưởng chỉ phụ thuộc nhiệt độ.

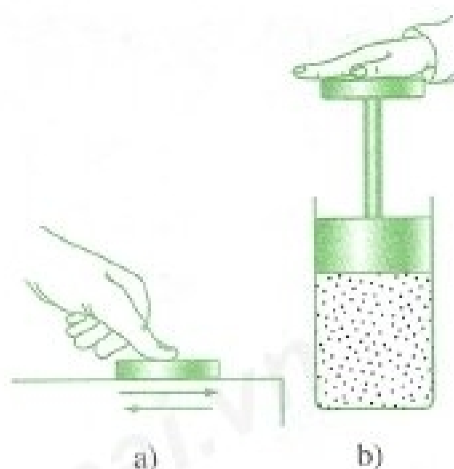
2. Độ biến thiên nội năng

Trong nhiệt động lực học người ta không quan tâm đến nội năng của vật mà quan tâm đến *độ biến thiên nội năng* (ΔU) của vật, nghĩa là phần nội năng tăng thêm lên hay giảm bớt đi trong một quá trình.

II – CÁC CÁCH LÀM THAY ĐỔI NỘI NĂNG

Ở lớp 8 ta đã biết có hai cách làm thay đổi nội năng là thực hiện công và truyền nhiệt.

1. Thực hiện công



Hình 32.1

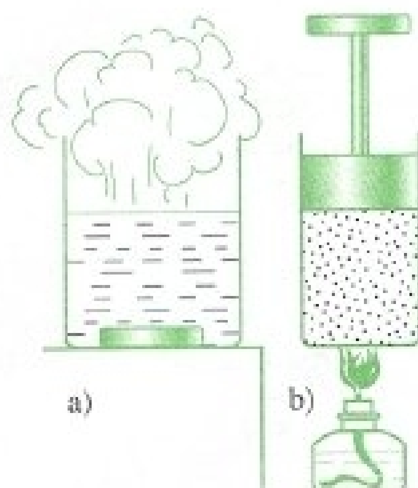
Hình 32.1 là hai cách thực hiện công để làm thay đổi nội năng. Khi thực hiện công để cọ xát miếng kim loại trên mặt bàn thì miếng kim loại nóng lên. Nội năng của miếng kim loại đã thay đổi.

Khi thực hiện công để ấn xuống mạnh và nhanh pit-tông của xilanh chứa khí, thì thể tích khí trong xilanh giảm đồng thời khí nóng lên. Nội năng của khí đã thay đổi.

Các quá trình làm thay đổi nội năng như trên được gọi là *quá trình thực hiện công*, còn gọi tắt là sự thực hiện công. Trong quá trình thực hiện công có sự chuyển hoá từ một dạng năng lượng khác (ở các ví dụ trên là cơ năng) sang nội năng.

2. Truyền nhiệt

a) Quá trình truyền nhiệt

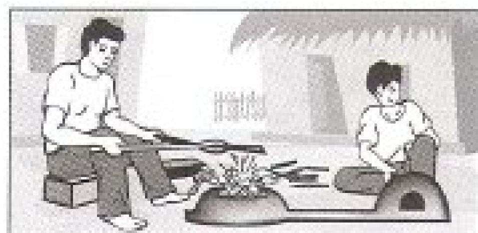


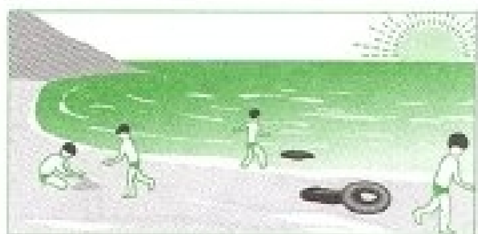
Hình 32.2

Cũng có thể làm cho miếng kim loại, khí trong xilanh nóng lên bằng cách cho tiếp xúc với một nguồn nhiệt (Hình 32.2a và b). Khi đó nội năng của miếng kim loại, khí trong xilanh cũng thay đổi.

Quá trình làm thay đổi nội năng không có sự thực hiện công như trên gọi là *quá trình truyền nhiệt*, còn gọi tắt là sự truyền nhiệt.

Trong quá trình truyền nhiệt không có sự chuyển hoá năng lượng từ dạng này sang dạng khác, chỉ có sự truyền nội năng từ vật này sang vật khác.


a) Người thợ rèn đang nung đồ thanh sắt.


b) Cảnh bãi biển lúc mặt trời mọc.


c) Học sinh đun nước làm thí nghiệm.

Hình 32.3

C3 Hãy so sánh sự thực hiện công và sự truyền nhiệt ; công và nhiệt lượng.

C4 Hãy mô tả và nêu tên các hình thức truyền nhiệt *trong các hiện tượng vẽ ở Hình 32.3.*

b) Nhiệt lượng

Số đo độ biến thiên của nội năng trong quá trình truyền nhiệt là *nhiệt lượng* (còn gọi tắt là *nhiệt*).

$$\Delta U = Q \qquad (32.1)$$

ΔU là độ biến thiên nội năng của vật trong quá trình truyền nhiệt ; Q là nhiệt lượng vật nhận được từ vật khác hay toả ra cho vật khác.

Ở lớp 8 ta đã học công thức tính nhiệt lượng mà một lượng chất rắn hoặc lỏng thu vào hay toả ra khi nhiệt độ thay đổi :

$$Q = mc\Delta t \qquad (32.2)$$

trong đó : Q là nhiệt lượng thu vào hay toả ra (J) ; m là khối lượng (kg) ; c là nhiệt dung riêng của chất (J/kg.K) ; Δt là độ biến thiên nhiệt độ (°C hoặc K).[1]

C3 ; **C4**

- **Trong nhiệt động lực học, nội năng của một vật là tổng động năng và thế năng của các phân tử cấu tạo nên vật. Nội năng của một vật phụ thuộc vào nhiệt độ và thể tích của vật : $U = f(T, V)$.**
- **Có thể làm thay đổi nội năng bằng các quá trình thực hiện công, truyền nhiệt.**
- **Số đo độ biến thiên nội năng trong quá trình truyền nhiệt là nhiệt lượng.**
- **Nhiệt lượng mà một lượng chất rắn hoặc lỏng thu vào hay toả ra khi thay đổi nhiệt độ được tính bằng công thức : $Q = mc\Delta t$**

(1) *Khác với chất lỏng và chất rắn, nhiệt dung riêng của chất khí còn phụ thuộc vào quá trình truyền nhiệt là quá trình đẳng tích hay đẳng áp.*

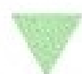
CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Phát biểu định nghĩa nội năng.

2. Nội năng của một lượng khí lí tưởng có phụ thuộc vào thể tích khí không ? Tại sao ?

3. Nhiệt lượng là gì ? Viết công thức tính nhiệt lượng vật thu vào hay toả ra khi nhiệt độ của vật thay đổi. Nêu tên và đơn vị của các đại lượng trong công thức.



4. Nội năng của một vật là

   A. tổng động năng và thế năng của vật.

   B. tổng động năng và thế năng của các phân tử cấu tạo nên vật.

   C. tổng nhiệt lượng và cơ năng mà vật nhận được trong quá trình truyền nhiệt và thực hiện công.

   D. nhiệt lượng vật nhận được trong quá trình truyền nhiệt.

   Chọn đáp án đúng.

5. Câu nào sau đây nói về nội năng là *không* đúng ?

   A. Nội năng là một dạng năng lượng.

   B. Nội năng có thể chuyển hoá thành các dạng năng lượng khác.

   C. Nội năng là nhiệt lượng.

   D. Nội năng của một vật có thể tăng lên, giảm đi.

6. Câu nào sau đây nói về nhiệt lượng là *không* đúng ?

   A. Nhiệt lượng là số đo độ tăng nội năng của vật trong quá trình truyền nhiệt.

   B. Một vật lúc nào cũng có nội năng, do đó lúc nào cũng có nhiệt lượng.

   C. Đơn vị của nhiệt lượng cũng là đơn vị của nội năng.

   D. Nhiệt lượng không phải là nội năng.

7. Một bình nhôm khối lượng 0,5 kg chứa 0,118 kg nước ở nhiệt độ 20°C. Người ta thả vào bình một miếng sắt khối lượng 0,2 kg đã được nung nóng tới 75°C. Xác định nhiệt độ của nước khi bắt đầu có sự cân bằng nhiệt.

   Bỏ qua sự truyền nhiệt ra môi trường bên ngoài. Nhiệt dung riêng của nhôm là $0,92.10^3$ J/(kg.K) ; của nước là $4,18.10^3$ J/(kg.K) ; của sắt là $0,46.10^3$ J/(kg.K).

8. Một nhiệt lượng kế bằng đồng thau khối lượng 128 g chứa 210 g nước ở nhiệt độ 8,4°C. Người ta thả một miếng kim loại khối lượng 192 g đã nung nóng tới 100°C vào nhiệt lượng kế. Xác định nhiệt dung riêng của chất làm miếng kim loại, biết nhiệt độ khi bắt đầu có sự cân bằng nhiệt là 21,5°C.

   Bỏ qua sự truyền nhiệt ra môi trường bên ngoài. Nhiệt dung riêng của đồng thau là $0,128.10^3$ J/(kg.K).

Em có biết ?

HIỆU ỨNG NHÀ KÍNH

Hằng ngày Mặt Trời truyền xuống Trái Đất qua hình thức bức xạ nhiệt một lượng năng lượng khổng lồ, bằng 20 000 lần tổng năng lượng mà con người tiêu thụ. Nhờ có bầu khí quyển, Trái Đất không hấp thụ toàn bộ bức xạ này của Mặt Trời mà phản xạ trở lại khoảng một phần ba. Cũng nhờ có bầu khí quyển mà một phần bức xạ nhiệt do Trái Đất phát ra lại được phản xạ trở lại Trái Đất. Do đó, bầu khí quyển có tác dụng như một *"nhà kính"* bảo vệ Trái Đất, giữ cho Trái Đất có nhiệt độ ổn định, thích hợp với sự sống của con người và các sinh vật khác trên Trái Đất.

Trong khí quyển, khí cacbonic (CO_2) có vai trò quan trọng. Nó vừa cho phép các bức xạ nhiệt của Mặt Trời đi qua khí quyển tới sưởi ấm Trái Đất, vừa ngăn không cho các bức xạ nhiệt của Trái Đất thoát ra ngoài khí quyển, góp phần vào việc ổn định nhiệt độ của khí quyển và Trái Đất[1].

Tuy nhiên, trong thế kỉ vừa qua con người đã làm tăng hàm lượng khí CO_2 trong khí quyển lên rất nhiều do việc đốt rừng, đốt nhiên liệu, giảm diện tích trồng cây xanh... Cùng với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ, lượng nhiên liệu bị đốt cháy để dùng trong các nhà máy cũng như trong đời sống hằng ngày của con người ngày càng tăng nhanh làm cho hàm lượng khí CO_2 trong khí quyển cũng không ngừng tăng nhanh. Việc hàm lượng khí CO_2 trong khí quyển tăng dẫn đến việc làm tăng "hiệu ứng nhà kính", làm cho lượng bức xạ nhiệt của Trái Đất thoát được ra ngoài khí quyển giảm đi, còn lượng bức xạ nhiệt của Trái Đất bị phản xạ trở lại khí quyển lại tăng lên. Kết quả là khí quyển và Trái Đất không ngừng nóng lên. Nhiệt độ trung bình của khí quyển trong mấy năm qua tăng nhanh hơn hẳn so với những thập kỉ đầu của thế kỉ trước. Nhiệt độ trung bình của khí quyển tăng kéo theo sự thay đổi về khí hậu, gây ra bão lụt, hạn hán, tan băng trên các địa cực... đe doạ sự sống của con người và các sinh vật khác trên Trái Đất.

Nhân loại đang cố gắng hết sức mình để ổn định hiệu ứng nhà kính bằng cách làm giảm lượng khí thải do việc đốt nhiên liệu vào khí quyển. Tháng 6 năm 1992, đại diện của 162 quốc gia trong đó có Việt Nam, đã kí kết tại Hội nghị thượng đỉnh về "Môi trường và Phát triển" họp tại Bra-xin một Công ước quốc tế nhằm kiểm soát và giảm bớt lượng khí thải gây hiệu ứng nhà kính. Mục tiêu của Công ước là hạ thấp và ổn định nồng độ khí cacbonic trong khí quyển ở mức độ có thể ngăn chặn được tác động nguy hiểm của hiệu ứng nhà kính đối với con người và hệ sinh thái. Tháng 12 năm 1997, hội nghị lần thứ 3 của các nước kí Công ước đã họp tại Ky-ô-tô, cố đô của Nhật Bản, để kí Nghị định thư quy định mức thải khí cacbonic vào khí quyển cho các nước, đặc biệt là các nước có nền công nghiệp phát triển. Việt Nam là một trong những nước đầu tiên kí Nghị định thư này.

(1) *Ở các lớp sau chúng ta sẽ biết bức xạ nhiệt của Mặt Trời khác bức xạ nhiệt của Trái Đất. Bức xạ nhiệt của Mặt Trời có bước sóng ngắn, còn của Trái Đất có bước sóng dài.*

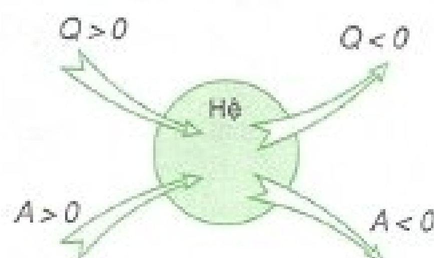
33 CÁC NGUYÊN LÍ CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

Đồng thời với việc tìm hiểu cơ chế vi mô của các hiện tượng nhiệt, người ta tiến hành nghiên cứu các hiện tượng này ở cấp độ vĩ mô, dựa trên ba khái niệm cơ bản là nội năng, công và nhiệt lượng và đã vận dụng thành công những kết quả nghiên cứu này vào khoa học, công nghệ và đời sống. Một trong những thành tựu nghiên cứu quan trọng nhất trong lĩnh vực này là việc tìm ra các nguyên lí của nhiệt động lực học.

I - NGUYÊN LÍ I NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC (NĐLH)

1. Phát biểu nguyên lí

Nguyên lí I NĐLH là sự vận dụng định luật bảo toàn và chuyển hoá năng lượng vào các quá trình biến đổi trạng thái của những đối tượng cấu tạo bởi một số rất lớn các phân tử, nguyên tử. Những đối tượng ấy được gọi là hệ nhiệt động (gọi tắt là hệ).



Hình 33.1
Quy ước về dấu của A và Q.

Ta đã biết, nội năng của một hệ (là tổng động năng và thế năng tương tác của các phân tử của hệ) có thể thay đổi bằng hai cách là truyền nhiệt và thực hiện công. Nếu hệ đồng thời nhận được công và nhiệt thì theo định luật bảo toàn và chuyển hoá năng lượng :

Độ biến thiên nội năng của hệ bằng tổng công và nhiệt lượng mà hệ nhận được.

$$\Delta U = A + Q \qquad (33.1)$$

Đây là một trong nhiều cách phát biểu nguyên lí I NĐLH.

Với quy ước về dấu thích hợp, hệ thức trên có thể dùng để diễn đạt các quá trình biến đổi trạng thái khác như hệ truyền nhiệt, hệ thực hiện công ...

C1 Xác định dấu của các đại lượng trong hệ thức của nguyên lí I NĐLH cho các quá trình hệ thu nhiệt lượng để tăng nội năng đồng thời thực hiện công.

C2 Các hệ thức sau đây diễn tả những quá trình nào ?

a) $\Delta U = Q$ khi $Q > 0$; khi $Q < 0$.

b) $\Delta U = A$ khi $A > 0$; khi $A < 0$.

c) $\Delta U = Q + A$ khi $Q > 0$ và $A < 0$.

d) $\Delta U = Q + A$ khi $Q > 0$ và $A > 0$.

Ví dụ :

Người ta cung cấp cho khí trong một xilanh nằm ngang nhiệt lượng 1,5 J. Khí nở ra đẩy pit-tông đi một đoạn 5 cm với một lực có độ lớn là 20 N. Tính độ biến thiên nội năng của khí.

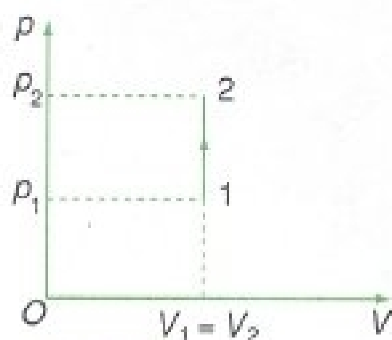
Giải :

Công mà chất khí thực hiện có độ lớn là :

$$A = Fl = 20.0,05 = 1 \text{ J}$$

Vì khí nhận nhiệt lượng và thực hiện công ($A < 0$), nên theo nguyên lí I NĐLH, ta có :

$$\Delta U = Q + A = 1,5 - 1 = 0,5 \text{ J}$$



Hình 33.2

Quy ước về dấu của nhiệt lượng và công :

$Q > 0$: Hệ nhận nhiệt lượng ;

$Q < 0$: Hệ truyền nhiệt lượng ;

$A > 0$: Hệ nhận công ;

$A < 0$: Hệ thực hiện công.

C1 ; **C2**

2. Vận dụng

Có thể dùng nguyên lí I NĐLH để tìm hiểu về sự truyền và chuyển hoá năng lượng, trong các quá trình biến đổi trạng thái của chất khí.

Sau đây là ví dụ về việc vận dụng nguyên lí I NĐLH vào quá trình đẳng tích.

Trong hệ toạ độ (p, V) quá trình này được biểu diễn bằng đường thẳng vuông góc với trục thể tích.

Cho chất khí chuyển từ trạng thái 1 (p_1, V_1, T_1) sang trạng thái 2 (p_2, V_2, T_2) (Hình 33.2).

Hãy chứng minh rằng, khi đó hệ thức của nguyên lí I NĐLH có dạng :

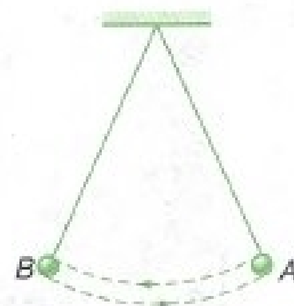
$$\Delta U = Q$$

Trong quá trình đẳng tích, nhiệt lượng mà chất khí nhận được chỉ dùng làm tăng nội năng. Quá trình đẳng tích là quá trình truyền nhiệt.

II - NGUYÊN LÍ II NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

1. Quá trình thuận nghịch và không thuận nghịch

a) Quá trình thuận nghịch



Hình 33.3

Kéo một con lắc ra khỏi vị trí cân bằng rồi thả ra, dưới tác dụng của trọng lực con lắc sẽ dao động. Nếu không có ma sát thì con lắc sẽ chuyển động từ *A* sang *B*, rồi từ *B* trở về *A*... (Hình 33.3). Quá trình trên là một quá trình thuận nghịch.

b) Quá trình không thuận nghịch

Một ấm nước nóng đặt ngoài không khí sẽ tự truyền nhiệt cho không khí và nguội dần cho tới khi nhiệt độ của nước bằng nhiệt độ của không khí. Tuy nhiên, ấm nước không thể *tự* lấy lại nhiệt lượng mình đã truyền cho không khí để trở về trạng thái ban đầu, mặc dù điều này không vi phạm định luật bảo toàn và chuyển hoá năng lượng. Người ta nói quá trình truyền nhiệt là một *quá trình không thuận nghịch*.

Nhiệt có thể tự truyền từ vật nóng hơn sang vật lạnh hơn, nhưng không thể tự truyền theo chiều ngược lại từ vật lạnh hơn, sang vật nóng hơn. Muốn thực hiện "quá trình ngược" này phải dùng một "máy làm lạnh", nghĩa là phải *cần đến sự can thiệp từ bên ngoài.*

Một hòn đá rơi từ trên cao xuống. Khi đó cơ năng của hòn đá chuyển hoá dần thành nội năng của hòn đá và không khí xung quanh, làm cho hòn đá và không khí xung quanh nóng lên. Trong quá trình này, năng lượng được bảo toàn. Tuy nhiên, hòn đá không thể tự lấy lại nội năng của mình và không khí xung quanh để bay trở lại độ cao ban đầu, mặc dù điều này không vi phạm định luật bảo toàn và chuyển hoá năng lượng. Quá trình chuyển hoá năng lượng này cũng là quá trình không thuận nghịch.

Các thí nghiệm cho thấy, cơ năng có thể chuyển hoá hoàn toàn thành nội năng, nhưng ngược lại, nội năng không thể chuyển hoá hoàn toàn thành cơ năng. Sự chuyển hoá giữa cơ năng và nội năng cũng là một quá trình không thuận nghịch.

Như vậy, trong tự nhiên có nhiều quá trình chỉ có thể tự xảy ra theo một chiều xác định, không thể tự xảy ra theo chiều ngược lại mặc dù điều này không vi phạm nguyên lí I NĐLH.



R. CLAU-DI-ÚT
(Rudolf Clausius, 1822 - 1888)
Nhà vật lí người Đức

C3 Về mùa hè, người ta có thể dùng máy điều hoà nhiệt độ để truyền nhiệt từ trong phòng ra ngoài trời, mặc dù nhiệt độ ngoài trời cao hơn trong phòng. Hỏi điều này có vi phạm nguyên lí II NĐLH không ? Tại sao ?



S. CÁC-NÔ
(Sadi Carnot, 1796 - 1832)
Nhà vật lí người Pháp

C4 Hãy chứng minh rằng, cách phát biểu trên không vi phạm định luật bảo toàn và chuyển hoá năng lượng.

2. Nguyên lí II nhiệt động lực học

a) Cách phát biểu của Clau-di-út

Nhiệt không thể tự truyền từ một vật sang vật nóng hơn.

Mệnh đề trên được Clau-di-út, phát biểu vào năm 1850, sau đó được coi là một cách phát biểu của nguyên lí II NĐLH. Mệnh đề này không phủ nhận khả năng truyền nhiệt từ một vật sang vật nóng hơn, chỉ khẳng định là điều này *không thể tự xảy ra* được.

C3

b) Cách phát biểu của Các-nô

Động cơ nhiệt không thể chuyển hoá tất cả nhiệt lượng nhận được thành công cơ học.

C4

3. Vận dụng

Nguyên lí II NĐLH có thể dùng để giải thích nhiều hiện tượng trong đời sống và kĩ thuật. *Ví dụ :* có thể dùng nguyên lí II để giải thích nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của động cơ nhiệt. Mỗi động cơ nhiệt đều phải có ba bộ phận cơ bản là :

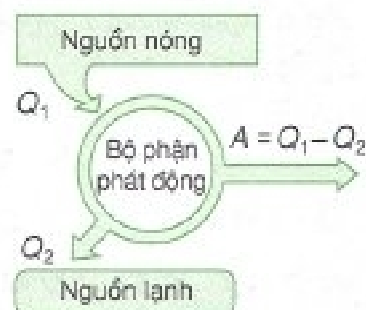
1. nguồn nóng để cung cấp nhiệt lượng ;

2. bộ phận phát động gồm vật trung gian nhận nhiệt sinh công gọi là tác nhân và các thiết bị phát động ;

3. nguồn lạnh để thu nhiệt lượng do tác nhân toả ra.

12-VL10.C-B

Nguồn nóng cung cấp nhiệt lượng Q_1 cho bộ phận phát động để bộ phận này chuyển hoá thành công A. Theo nguyên lí II thì bộ phận phát động không thể chuyển hoá tất cả nhiệt lượng nhận được thành công cơ học. Do đó, cần có nguồn lạnh để nhận phần nhiệt lượng Q_2 còn lại, chưa được chuyển hoá thành công (Hình 33.4).



Hình 33.4

Cũng vì thế mà hiệu suất của động cơ nhiệt

$$H = \frac{|A|}{Q_1}$$ luôn nhỏ hơn 1.

Vì theo quy ước dấu, công sinh ra có giá trị âm, nên trong công thức trên ta viết là giá trị tuyệt đối của A để hiệu suất luôn là một đại lượng số học.

Nguyên lí I NĐLH : Độ biến thiên nội năng của hệ bằng tổng công và nhiệt lượng mà hệ nhận được.

$$\Delta U = A + Q$$

Quy ước về dấu :

- $Q > 0$: Hệ nhận nhiệt lượng ;
- $Q < 0$: Hệ truyền nhiệt lượng ;
- $A > 0$: Hệ nhận công ;
- $A < 0$: Hệ thực hiện công.

Nguyên lí II NĐLH : Nhiệt không thể tự truyền từ một vật sang vật nóng hơn.

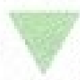
Động cơ nhiệt không thể chuyển hoá tất cả nhiệt lượng nhận được thành công cơ học.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Phát biểu và viết hệ thức của nguyên lí I NĐLH. Nêu tên, đơn vị và quy ước dấu của các đại lượng trong hệ thức.

2. Phát biểu nguyên lí II NĐLH.



3. Trong các hệ thức sau, hệ thức nào diễn tả quá trình nung nóng khí trong một bình kín khi bỏ qua sự nở vì nhiệt của bình ?

A. $\Delta U = A$;
B. $\Delta U = Q + A$;
C. $\Delta U = 0$;
D. $\Delta U = Q$.

4. Trong quá trình chất khí nhận nhiệt và sinh công thì Q và A trong hệ thức $\Delta U = A + Q$ phải có giá trị nào sau đây ?

A. $Q < 0$ và $A > 0$; B. $Q > 0$ và $A > 0$;

C. $Q > 0$ và $A < 0$; D. $Q < 0$ và $A < 0$.

5. Trường hợp nào sau đây ứng với quá trình đẳng tích khi nhiệt độ tăng ?

A. $\Delta U = Q$ với $Q > 0$;

B. $\Delta U = Q + A$ với $A > 0$;

C. $\Delta U = Q + A$ với $A < 0$;

D. $\Delta U = Q$ với $Q < 0$.

6. Người ta thực hiện công 100 J để nén khí trong một xilanh. Tính độ biến thiên nội năng của khí, biết khí truyền ra môi trường xung quanh nhiệt lượng 20 J.

7. Người ta truyền cho khí trong xilanh nhiệt lượng 100 J. Khí nở ra thực hiện công 70 J đẩy pit-tông lên. Tính độ biến thiên nội năng của khí.

8. Khi truyền nhiệt lượng 6.10^6 J cho khí trong một xilanh hình trụ thì khí nở ra đẩy pit-tông lên làm thể tích của khí tăng thêm 0,50 m^3. Tính độ biến thiên nội năng của khí. Biết áp suất của khí là 8.10^6 N/m^2 và coi áp suất này không đổi trong quá trình khí thực hiện công.

Em có biết ?

ĐỘNG CƠ NHIỆT VÀ VẤN ĐỀ Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG

Sử dụng động cơ nhiệt luôn gắn liền với việc khai thác các nhiên liệu như than đá, dầu lửa, khí đốt... Việc các nguồn nhiên liệu trên đang cạn kiệt dần là một nguy cơ đối với cuộc sống của con người.

Tuy nhiên, còn một nguy cơ nữa mà con người đang phải đối mặt. Đó là việc các nhiên liệu bị đốt cháy trong động cơ nhiệt đang làm ô nhiễm môi trường sống của con người và các sinh vật khác trên Trái Đất.

Mọi động cơ nhiệt, kể cả những động cơ hiện đại nhất mà con người hi vọng có thể chế tạo ra được trong tương lai, cũng không thể chuyển hoá hoàn toàn nhiệt lượng do nhiên liệu bị đốt cháy toả ra thành công cơ học mà phải toả một phần nhiệt lượng này vào khí quyển. Nhiệt lượng do các động cơ nhiệt thải vào khí quyển làm cho nhiệt độ của khí quyển tăng cao hơn mức bình thường. Hầu hết các sinh vật trên Trái Đất đều quen sống ở môi trường có nhiệt độ trong khoảng từ 0°C đến 50°C (trừ một số vi rút đặc biệt) và rất nhạy cảm với sự thay đổi nhiệt độ bất thường. Do đó, sự tăng nhiệt độ bất thường do các động cơ nhiệt gây ra sẽ ảnh hưởng xấu đến sự sinh sản và tăng trưởng của các sinh vật trên Trái Đất. Ngoài ra việc tăng nhiệt độ bất thường của khí quyển còn là nguyên nhân gây ra các thiên tai, đe doạ cuộc sống của con người và các sinh vật khác.

Mặt khác, để làm nguội các động cơ nhiệt công suất lớn dùng trong các nhà máy, người ta thường dùng nước. Dòng nước, sau khi làm nguội động cơ nhiệt, có nhiệt độ rất cao được thải vào các sông, hồ... làm cho nhiệt độ của nước sông, hồ cao hơn mức bình thường. Việc thay đổi nhiệt độ bất thường của nước sông, hồ ảnh hưởng đến quá trình sinh sản cũng như tăng trưởng của các loài thuỷ sản. Người ta đã phải lên tiếng cảnh báo nhiều lần về sự huỷ diệt của nhiều loài thuỷ sản sống ở sông, hồ gần những nhà máy sử dụng động cơ nhiệt.

Ngoài việc gây ra "ô nhiễm nhiệt" nêu trên, các động cơ nhiệt còn làm ô nhiễm môi trường bởi các khí độc do việc đốt cháy các nhiên liệu toả ra. Xăng chẳng hạn, khi bị đốt cháy thải ra rất nhiều khí độc trong đó đặc biệt nguy hiểm là khí cacbon ôxit (*CO*) và hơi chì (nếu là xăng có pha chì). Người ta đã đưa ra nhiều đạo luật để hạn chế việc làm ô nhiễm môi trường bằng khí độc của các động cơ nhiệt như quy định phải lắp bộ phận điều chỉnh để giảm lượng khí *CO* thải vào khí quyển, cấm dùng xăng pha chì, khuyến khích sử dụng các phương tiện giao thông không có động cơ nhiệt như xe đạp, xe máy và xe ô tô dùng động cơ điện... Tuy nhiên các biện pháp trên đều chưa đạt được những kết quả mong muốn. Môi trường vẫn tiếp tục bị ô nhiễm.

Người ta đang nghiên cứu việc khai thác năng lượng từ "hiđrô nặng". Nếu việc này thành công thì không những không lo thiếu nhiên liệu vì hiđrô nặng được điều chế từ nguồn nước biển gần như vô tận, mà còn không lo môi trường bị ô nhiễm khí độc do động cơ chạy bằng nhiên liệu này không sinh ra khí độc.

Trong khi chưa tìm ra nguồn nhiên liệu mới thì chúng ta phải biết sử dụng một cách tiết kiệm nhất và hiệu quả nhất những nhiên liệu hiện có, hạn chế đến mức thấp nhất sự ô nhiễm nhiệt cũng như sự ô nhiễm khí độc do các động cơ nhiệt gây ra.

Một số hình ảnh gây ô nhiễm môi trường





TỔNG KẾT CHƯƠNG VI
CƠ SỞ CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

I - NỘI NĂNG VÀ SỰ BIẾN THIÊN NỘI NĂNG

Trong nhiệt động lực học, nội năng của một vật là tổng động năng và thế năng của các phân tử cấu tạo nên vật. Nội năng của một vật phụ thuộc vào nhiệt độ và thể tích của vật.

Có thể làm thay đổi nội năng bằng các quá trình thực hiện công, truyền nhiệt.

Số đo độ biến thiên nội năng trong quá trình thực hiện công là công.

Số đo độ biến thiên nội năng trong quá trình truyền nhiệt là nhiệt lượng.

II - CÁC NGUYÊN LÍ CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC (NĐLH)

Nguyên lí I NĐLH : Độ biến thiên nội năng của hệ bằng tổng công và nhiệt lượng mà hệ nhận được.

$$\Delta U = A + Q$$

Quy ước về dấu :

$Q > 0$: Hệ nhận nhiệt lượng ;

$Q < 0$: Hệ truyền nhiệt lượng ;

$A > 0$: Hệ nhận công ;

$A < 0$: Hệ thực hiện công.

Nguyên lí II NĐLH : Nhiệt không thể tự truyền từ một vật sang vật nóng hơn.

Động cơ nhiệt không thể chuyển hoá tất cả nhiệt lượng nhận được thành công cơ học.

CHƯƠNG VII

Chất rắn và chất lỏng
Sự chuyển thể

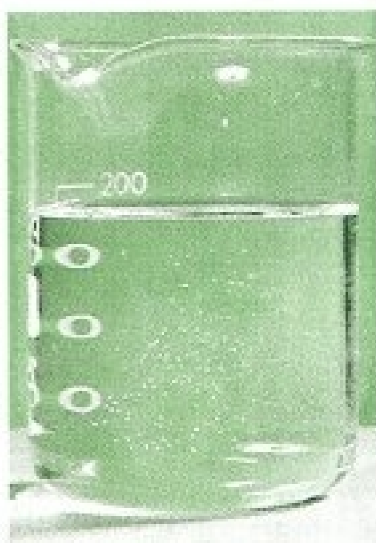


Tinh thể thạch anh

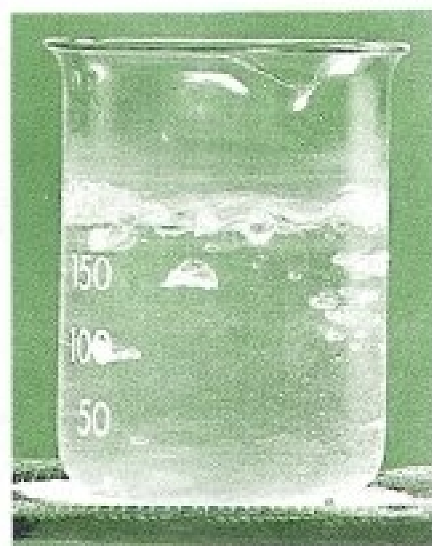
- Chất rắn kết tinh và chất rắn vô định hình
- Biến dạng cơ của vật rắn
- Sự nở vì nhiệt của vật rắn
- Các hiện tượng bề mặt của chất lỏng
- Sự chuyển thể của các chất
- Độ ẩm của không khí



a)



b)



c)

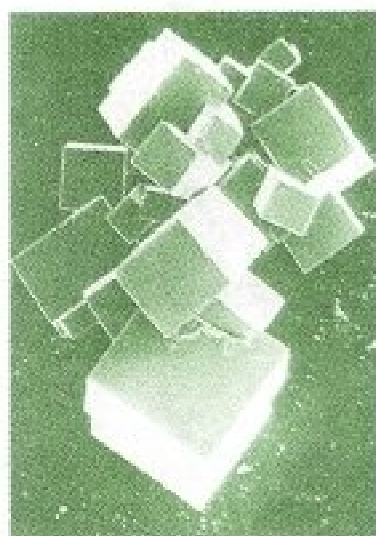
Sự chuyển thể của nước
a) nước đá (thể rắn) ; b) nước (thể lỏng) ; c) hơi nước sôi (thể khí)

34 CHẤT RẮN KẾT TINH CHẤT RẮN VÔ ĐỊNH HÌNH

Các chất rắn được phân thành hai loại : *kết tinh* và *vô định hình*. Cách phân loại này dựa trên những đặc điểm gì về cấu trúc và tính chất của các chất rắn ?

I - CHẤT RẮN KẾT TINH

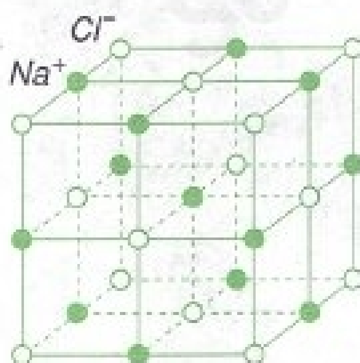
1. Cấu trúc tinh thể



Hình 34.1

Có thể quan sát thấy các hạt muối ăn ($NaCl$) có dạng khối lập phương (Hình 34.1) ; các viên đá thạch anh (SiO_2) có dạng khối lăng trụ sáu mặt và hai đầu là hình chóp ;... Sở dĩ hạt muối, viên đá thạch anh,... có dạng hình học xác định nêu trên là do chúng có *cấu trúc tinh thể*. Nhờ sử dụng tia Rơn-ghen (hay tia X), người ta đã nghiên cứu được cấu trúc tinh thể.

Cấu trúc tinh thể hay tinh thể là cấu trúc tạo bởi các hạt (nguyên tử, phân tử, ion) liên kết chặt với nhau bằng những lực tương tác và sắp xếp theo một trật tự hình học không gian xác định gọi là mạng tinh thể, trong đó mỗi hạt luôn dao động nhiệt quanh vị trí cân bằng của nó.



Hình 34.2

Ví dụ : Tinh thể muối gồm các ion Cl^- và Na^+, mỗi ion dao động nhiệt quanh một vị trí cân bằng trùng với mỗi đỉnh của khối lập phương (Hình 34.2). Chất rắn có cấu trúc tinh thể được gọi là *chất rắn kết tinh* (hay *chất rắn tinh thể*).

Kích thước tinh thể của một chất có thể thay đổi từ vài xentimét đến cỡ phần mười nanômét ($1\ nm = 10^{-9}\ m$) tuỳ thuộc quá trình hình thành tinh thể diễn biến nhanh hay chậm : tốc độ kết tinh càng nhỏ, tinh thể có kích thước càng lớn. **C1**

C1 Tinh thể của một chất được hình thành trong quá trình nóng chảy hay đông đặc của chất đó ?

2. Các đặc tính của chất rắn kết tinh

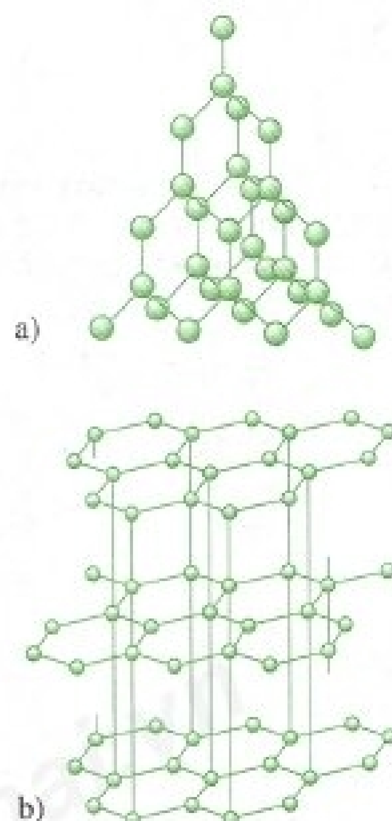
a) Các chất rắn kết tinh được cấu tạo từ cùng một loại hạt, nhưng cấu trúc tinh thể không giống nhau thì những tính chất vật lí của chúng cũng rất khác nhau. *Ví dụ :* Kim cương và than chì là các chất rắn được cấu tạo từ cùng các nguyên tử cacbon (*C*) nhưng có cấu trúc tinh thể khác nhau (Hình 34.3), nên chúng có những tính chất không giống nhau. Kim cương rất cứng và không dẫn điện ; còn than chì khá mềm và dẫn điện.

b) Mỗi chất rắn kết tinh (ứng với một cấu trúc tinh thể) có một nhiệt độ *nóng chảy xác định* không đổi ở mỗi áp suất cho trước. *Ví dụ :* ở áp suất chuẩn (1atm) nước đá nóng chảy ở 0°C, thiếc nóng chảy ở 232°C, sắt nóng chảy ở 1 530°C,...

c) Các chất rắn kết tinh có thể là chất *đơn tinh thể* hoặc chất *đa tinh thể*.

Muối, thạch anh, kim cương,... là các chất đơn tinh thể. Các chất này được cấu tạo chỉ từ một tinh thể, tức là tất cả các hạt của nó được sắp xếp trong cùng một mạng tinh thể chung. Chất rắn đơn tinh thể có tính *dị hướng*, tức là các tính chất vật lí của nó (độ nở dài, độ bền,...) không giống nhau theo các hướng khác nhau trong tinh thể.

Hầu hết các kim loại (sắt, đồng,...) và hợp kim là các chất đa tinh thể. Các chất này được cấu tạo từ vô số tinh thể rất nhỏ liên kết hỗn độn với nhau. Chất rắn đa tinh thể có tính *đẳng hướng*, tức là những tính chất vật lí của nó đều giống nhau theo mọi hướng trong tinh thể. **C2**



Hình 34.3 Cấu trúc tinh thể
a) kim cương
b) than chì (graphit)

C2 Tại sao chất rắn đơn tinh thể có tính dị hướng, còn chất rắn đa tinh thể lại có tính đẳng hướng ?

3. Ứng dụng của các chất rắn kết tinh

Các đơn tinh thể silic (*Si*) và gemani (*Ge*) được dùng làm các linh kiện bán dẫn (điôt, trandito các mạch vi điện tử,...). Kim cương rất cứng nên được dùng làm mũi khoan, dao cắt kính, đá mài,...

Các kim loại và hợp kim được dùng phổ biến trong các ngành công nghệ khác nhau như luyện kim, chế tạo máy, xây dựng cầu đường, đóng tàu, điện và điện tử, sản xuất đồ gia dụng,...

II - CHẤT RẮN VÔ ĐỊNH HÌNH

Thuỷ tinh, nhựa đường, các chất dẻo,... là các chất rắn vô định hình, tức là các chất không có cấu trúc tinh thể và do đó không có dạng hình học xác định. C3

C3 Chất rắn vô định hình có tính dị hướng không ? Có nhiệt độ nóng chảy xác định không ? Tại sao ?

Các chất rắn vô định hình có tính *đẳng hướng* và không có nhiệt độ nóng chảy (hoặc đông đặc) xác định. Khi bị nung nóng, chúng mềm dần và chuyển sang thể lỏng.

Một số chất rắn như lưu huỳnh, đường,..., có thể tồn tại ở dạng tinh thể hoặc vô định hình. *Ví dụ :* Khi đổ lưu huỳnh tinh thể đang nóng chảy (ở 350°C) vào nước lạnh thì do bị nguội nhanh nên lưu huỳnh không đông đặc ở dạng tinh thể mà chuyển thành dạng dẻo vô định hình.

Các chất rắn vô định hình như thuỷ tinh, các loại nhựa, cao su,... đã được dùng phổ biến trong nhiều ngành công nghệ khác nhau, do có nhiều đặc tính rất quý (dễ tạo hình, không bị gỉ, không bị ăn mòn, giá thành rẻ,...).

- Các chất rắn được phân thành hai loại : kết tinh và vô định hình.
- Chất rắn kết tinh có cấu trúc tinh thể, do đó có dạng hình học và nhiệt độ nóng chảy xác định. Tinh thể là cấu trúc tạo bởi các hạt (nguyên tử, phân tử, ion) liên kết chặt với nhau bằng những lực tương tác và sắp xếp theo một trật tự hình học không gian xác định gọi là mạng tinh thể, trong đó mỗi hạt luôn dao động nhiệt quanh vị trí cân bằng của nó.
- Chất rắn kết tinh có thể là chất đơn tinh thể hoặc chất đa tinh thể. Chất rắn đơn tinh thể có tính dị hướng, còn chất rắn đa tinh thể có tính đẳng hướng.
- Chất rắn vô định hình không có cấu trúc tinh thể, do đó không có dạng hình học xác định, không có nhiệt độ nóng chảy (hoặc đông đặc) xác định và có tính đẳng hướng.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Chất rắn kết tinh là gì ? Hãy nêu các tính chất của loại chất rắn này.
2. Phân biệt chất rắn đơn tinh thể và chất rắn đa tinh thể.
3. Chất rắn vô định hình là gì ? Hãy nêu các tính chất của loại chất rắn này.

4. Phân loại các chất rắn theo cách nào dưới đây là đúng ?

A. Chất rắn đơn tinh thể và chất rắn vô định hình.

B. Chất rắn kết tinh và chất rắn vô định hình.

C. Chất rắn đa tinh thể và chất rắn vô định hình.

D. Chất rắn đơn tinh thể và chất rắn đa tinh thể.

5. Đặc điểm và tính chất nào dưới đây *không* liên quan đến chất rắn kết tinh ?

A. Có dạng hình học xác định.

B. Có cấu trúc tinh thể.

C. Có nhiệt độ nóng chảy không xác định.

D. Có nhiệt độ nóng chảy xác định.

6. Đặc điểm và tính chất nào dưới đây liên quan đến chất rắn vô định hình ?

A. Có dạng hình học xác định.

B. Có cấu trúc tinh thể.

C. Có tính dị hướng.

D. Không có nhiệt độ nóng chảy xác định.

7. Kích thước của các tinh thể phụ thuộc điều kiện gì ?

8. Tại sao kim cương và than chì đều được cấu tạo từ các nguyên tử cacbon, nhưng chúng lại có các tính chất vật lí khác nhau ?

9. Hãy lập bảng phân loại và so sánh các đặc tính của các chất rắn kết tinh và chất rắn vô định hình.

Em có biết ?

CÁC TINH THỂ LỎNG

Hiện nay, người ta đã phát hiện được khoảng hơn 3 000 chất lỏng có tính dị hướng. Các chất này được gọi là các chất tinh thể lỏng. Phần lớn các chất tinh thể lỏng là các chất hữu cơ. Nhiều chất tinh thể lỏng có những đặc tính rất quý, thể hiện ở chỗ : Một số tính chất vật lí của chúng thay đổi rất mạnh khi các điều kiện bên ngoài thay đổi không đáng kể.

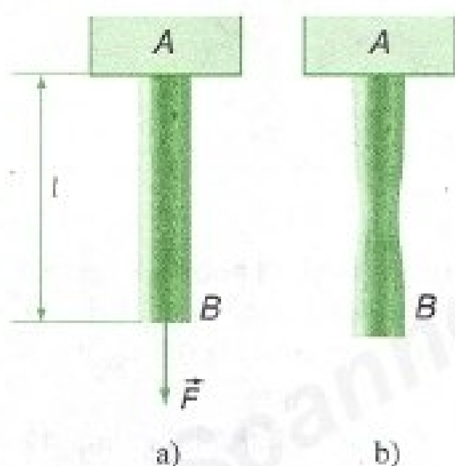
Chẳng hạn, có những chất tinh thể lỏng, trong đó màu sắc của các tinh thể lỏng thay đổi rõ rệt khi nhiệt độ thay đổi. Tính chất này của các tinh thể lỏng được ứng dụng để chế tạo các cảm biến dùng biến đổi những ảnh hồng ngoại (không thể nhìn thấy) thành những ảnh nhìn thấy được. Bộ phận chính của cảm biến loại này là một bản mỏng tinh thể lỏng dán phủ lên mặt một tấm đế mỏng đã được bôi đen. Tấm đế mỏng này hấp thụ các tia hồng ngoại và chuyển thành nhiệt truyền cho các tinh thể lỏng. Màu sắc của bản mỏng tinh thể lỏng (trong ánh sáng phản xạ) phụ thuộc nhiệt độ. Vì vậy, khi chiếu ánh sáng trắng qua bản mỏng tinh thể lỏng thì ta sẽ thu được ảnh nhìn thấy của những phần trên bản mỏng này đã hấp thụ các tia hồng ngoại. Cảm biến loại này được sử dụng làm nhiệt kế cặp sốt đơn giản dễ sử dụng, nó chỉ là một đoạn băng giấy phủ chất tinh thể lỏng. Khi dán băng giấy vào trán người bệnh đang bị sốt thì màu sắc của băng giấy thay đổi theo thân nhiệt của người bệnh.

Một số chất tinh thể lỏng có tính chất quang học thay đổi khi đặt một hiệu điện thế vào hai đầu của nó. Những chất này được ứng dụng để chế tạo các bộ chỉ thị quang, ví dụ như các chữ số trên mặt màn hình của máy tính bỏ túi, của đồng hồ đo điện hiện số,...

Một số chất tinh thể lỏng có độ nhạy rất cao đối với các hơi hoá chất. Khi trong khí quyển có lẫn một lượng nhỏ không đáng kể các hơi hoá chất khác nhau (khoảng 0,00001%), thì màu sắc của các tinh thể lỏng sẽ thay đổi nhanh theo nồng độ của các hơi hoá chất này.

35 BIẾN DẠNG CƠ CỦA VẬT RẮN

Bình thường, vật rắn luôn giữ nguyên kích thước và hình dạng của nó. Nhưng khi vật rắn chịu tác dụng của ngoại lực đủ lớn thì kích thước và hình dạng của nó bị thay đổi. Sự thay đổi này có những đặc điểm gì và tuân theo quy luật nào ?



Hình 35.1

I - BIẾN DẠNG ĐÀN HỒI

1. Thí nghiệm

a) Lấy một thanh thép *AB* đồng chất, hình trụ có độ dài ban đầu l_0 và tiết diện ngang *S*. Kẹp chặt đầu *A* và tác dụng vào đầu *B* một lực kéo $\vec{F}$ dọc trục của thanh (Hình 35.1a). Tăng dần độ lớn của lực kéo $\vec{F}$, ta thấy thanh thép *AB* bị dãn ra và có độ dài *l* lớn hơn l_0, đồng thời tiết diện ở phần giữa của thanh hơi bị co nhỏ lại (Hình 35.1b). **C1**

C1 Nếu giữ chặt đầu *A* của thanh thép *AB* và tác dụng vào đầu *B* một lực nén đủ lớn để gây ra biến dạng, thì độ dài *l* và tiết diện ngang *S* của thanh này thay đổi như thế nào ?

Mức độ biến dạng của thanh rắn (bị kéo hoặc nén) xác định bởi *độ biến dạng tỉ đối* :

$$\varepsilon = \frac{|l - l_0|}{l_0} = \frac{|\Delta l|}{l_0} \qquad (35.1)$$

b) Sự thay đổi kích thước và hình dạng của vật rắn do tác dụng của ngoại lực gọi là *biến dạng cơ*. Nếu vật rắn lấy lại được kích thước và hình dạng ban đầu khi ngoại lực ngừng tác dụng, thì biến dạng của vật rắn là *biến dạng đàn hồi* và vật rắn đó có *tính đàn hồi*. **C2**

C2 Dùng kìm kéo dãn một lò xo nhỏ (lấy trong ruột bút bi), rồi buông ra :

– Lần đầu kéo nhẹ để lò xo dãn ít ;

– Lần sau kéo mạnh để lò xo dãn dài gấp khoảng 2 ÷ 3 lần độ dài ban đầu.

Quan sát xem trường hợp nào lò xo biến dạng đàn hồi ?

2. Giới hạn đàn hồi

Khi vật rắn chịu tác dụng của lực quá lớn thì nó bị biến dạng mạnh, không thể lấy lại kích thước và hình dạng ban đầu. Trường hợp này vật rắn bị mất tính đàn hồi và biến dạng của nó là *biến dạng không đàn hồi* (hay *biến dạng dẻo*).

Giới hạn trong đó vật rắn còn giữ được tính đàn hồi của nó gọi là *giới hạn đàn hồi*.

Dưới đây ta chỉ xét biến dạng cơ của vật rắn do bị kéo hoặc nén trong giới hạn đàn hồi.

II - ĐỊNH LUẬT HÚC

C3

C3 Một thanh thép chịu tác dụng một lực $\vec{F}$ và bị biến dạng. Nếu tiết diện ngang S của thanh càng lớn thì mức độ biến dạng của thanh càng lớn hay càng nhỏ ?

1. Ứng suất

Thí nghiệm chứng tỏ độ biến dạng tỉ đối ε của thanh rắn (bị kéo hoặc nén) không chỉ phụ thuộc độ lớn của lực tác dụng $\vec{F}$ mà còn phụ thuộc tiết diện ngang S của thanh đó. Nếu $\vec{F}$ càng lớn và S càng nhỏ thì ε càng lớn, tức là mức độ biến dạng của thanh rắn càng lớn. Như vậy, độ biến dạng tỉ đối ε của thanh rắn phụ thuộc vào thương số :

$$\sigma = \frac{F}{S} \qquad (35.2)$$

Đại lượng σ gọi là *ứng suất*. Đơn vị đo của σ là paxcan (Pa)

$$1\ \text{Pa} = 1\ \text{N/m}^2$$

2. Định luật Húc về biến dạng cơ của vật rắn

Dựa vào kết quả thí nghiệm cho các vật rắn đồng chất, hình trụ, nhà vật lí Rô-bớt Húc đã tìm ra định luật về biến dạng đàn hồi của vật rắn (bị kéo hoặc nén) - gọi là *định luật Húc* :

Trong giới hạn đàn hồi, độ biến dạng tỉ đối của vật rắn (hình trụ đồng chất) tỉ lệ thuận với ứng suất tác dụng vào vật đó.

$$\varepsilon = \frac{|\Delta l|}{l_0} = \alpha\sigma \qquad (35.3)$$

với α là hệ số tỉ lệ phụ thuộc chất liệu của vật rắn.

Bảng 35.1

Suất đàn hồi của một số chất rắn [1].

Chất liệu	Suất đàn hồi E (Pa)
Nhôm	$0,69.10^{11}$
Đồng đỏ	$1,18.\ 10^{11}$
Sắt	$1,96.\ 10^{11}$
Thép	$2,16.\ 10^{11}$

3. Lực đàn hồi

Từ công thức (35.3), ta suy ra :

$$\sigma = \frac{F}{S} = E\frac{|\Delta l|}{l_0} \qquad (35.4)$$

với $E = \dfrac{1}{\alpha}$ gọi là *suất đàn hồi* hay *suất Y-âng* (Young) đặc trưng cho tính đàn hồi của chất rắn. Đơn vị đo của E cũng là paxcan (Pa).

Khi lực kéo $\vec{F}$ làm vật rắn biến dạng thì trong vật rắn xuất hiện lực đàn hồi $\vec{F}_{dh}$ chống lại biến dạng của vật. **C4**

C4 Theo định luật III Niu-tơn, lực $\vec{F}_{dh}$ trong vật rắn phải có phương, chiều và độ lớn như thế nào so với lực $\vec{F}$ gây ra biến dạng của vật ?

Áp dụng định luật III Niu-tơn và công thức (35.4), ta tìm được độ lớn của lực đàn hồi F_{dh} :

$$F_{dh} = E\frac{S}{l_0}|\Delta l| = k|\Delta l| \qquad (35.5)$$

với $k = E\dfrac{S}{l_0}$

Ví dụ :

Một thanh thép dài 200 cm có tiết diện 200 mm^2. Khi chịu lực kéo $\vec{F}$ tác dụng, thanh thép dài thêm 1,50 mm. Thép có suất đàn hồi $E = 2,16.10^{11}$ Pa. Hãy xác định độ lớn của lực kéo F.

Giải : Từ (35.4) ta suy ra :

$$F = ES\frac{|\Delta l|}{l_0} = 3,24.10^4\ \text{N}$$

(1) *Những số liệu trong các bảng ở chương này có thể khác nhau chút ít so với tài liệu khác ; vì mỗi chất (ví dụ : thép, đồng...) có thể có các tỉ lệ thành phần khác nhau.*

Hệ số k gọi là *độ cứng* (hay *hệ số đàn hồi*) của vật rắn. Đơn vị đo của k là niutơn trên mét (N/m).

Chú ý : Công thức (35.5) chứng tỏ độ lớn của lực đàn hồi F_{dh} trong vật rắn (bị biến dạng) tỉ lệ thuận với độ biến dạng $|\Delta l|$ của vật rắn, giống như lực đàn hồi trong lò xo. Nhưng công thức này còn chứng tỏ độ cứng k của vật rắn không chỉ phụ thuộc chất liệu, mà phụ thuộc cả kích thước của vật rắn : tiết diện ngang S càng lớn và độ dài ban đầu l_0 càng ngắn thì độ cứng k càng lớn, tức là vật rắn càng cứng và càng khó bị biến dạng.

- Biến dạng cơ là sự thay đổi kích thước và hình dạng của vật rắn do tác dụng của ngoại lực. Tuỳ thuộc độ lớn của lực tác dụng, biến dạng của vật rắn có thể là đàn hồi hoặc không đàn hồi.
- Định luật Húc về biến dạng đàn hồi (kéo hoặc nén) :

  Trong giới hạn đàn hồi, độ biến dạng tỉ đối của vật rắn đồng chất, hình trụ tỉ lệ thuận với ứng suất tác dụng vào vật đó.

$$\varepsilon = \frac{|\Delta l|}{l_0} = \alpha\sigma$$

  với α là hệ số tỉ lệ phụ thuộc chất liệu của vật rắn.
- Độ lớn của lực đàn hồi F_{dh} trong vật rắn tỉ lệ thuận với độ biến dạng $|\Delta l| = |l - l_0|$ của vật rắn.

$$F_{dh} = k|\Delta l|, \text{ với } k = E\frac{S}{l_0}$$

  trong đó E là suất đàn hồi đặc trưng cho tính đàn hồi của chất rắn, k là độ cứng của vật rắn phụ thuộc chất liệu và kích thước của vật đó. Đơn vị đo của E là paxcan (Pa) và của k là niutơn trên mét (N/m).

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Biến dạng đàn hồi của vật rắn là gì ? Viết công thức xác định ứng suất và nói rõ đơn vị đo của nó.
2. Phát biểu và viết công thức của định luật Húc về biến dạng cơ của vật rắn.
3. Từ định luật Húc về biến dạng cơ của vật rắn, hãy suy ra công thức của lực đàn hồi trong vật rắn.

4. Mức độ biến dạng của thanh rắn (bị kéo hoặc nén) phụ thuộc yếu tố nào dưới đây ?

A. Độ lớn của lực tác dụng.

B. Độ dài ban đầu của thanh.

C. Tiết diện ngang của thanh.

D. Độ lớn của lực tác dụng và tiết diện ngang của thanh.

5. Trong giới hạn đàn hồi, độ biến dạng tỉ đối của thanh rắn tỉ lệ thuận với đại lượng nào dưới đây ?

A. Tiết diện ngang của thanh.

B. Ứng suất tác dụng vào thanh.

C. Độ dài ban đầu của thanh.

D. Cả ứng suất và độ dài ban đầu của thanh.

6. Độ cứng (hay hệ số đàn hồi) của vật rắn (hình trụ đồng chất) phụ thuộc những yếu tố nào dưới đây ?

A. Chất liệu của vật rắn.

B. Tiết diện của vật rắn.

C. Độ dài ban đầu của vật rắn.

D. Cả ba yếu tố trên.

7. Một sợi dây thép đường kính 1,5 mm có độ dài ban đầu là 5,2 m. Tính hệ số đàn hồi của sợi dây thép, biết suất đàn hồi của thép là $E = 2.10^{11}$ Pa.

8. Một thanh rắn đồng chất tiết diện đều có hệ số đàn hồi là 100 N/m, đầu trên gắn cố định và đầu dưới treo một vật nặng để thanh bị biến dạng đàn hồi. Biết gia tốc rơi tự do $g = 10$ m/s^2. Muốn thanh rắn dài thêm 1 cm, vật nặng phải có khối lượng là bao nhiêu ?

9. Một thanh thép tròn đường kính 20 mm có suất đàn hồi $E = 2.10^{11}$ Pa. Giữ chặt một đầu thanh và nén đầu còn lại bằng một lực $F = 1{,}57.10^5$ N để thanh này biến dạng đàn hồi. Tính độ biến dạng tỉ đối của thanh.

Em có biết ?

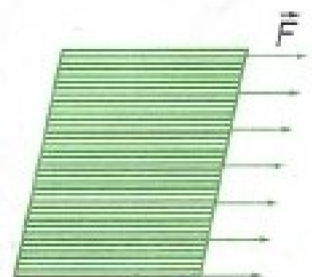
CÁC KIỂU BIẾN DẠNG CỦA VẬT RẮN

Tuỳ thuộc điểm đặt và phương chiều tác dụng của ngoại lực, các vật rắn có thể bị biến dạng đàn hồi theo nhiều kiểu khác nhau : *kéo, nén, cắt* (*hoặc trượt*), uốn, xoắn.

Dây cáp của cần cẩu đang chuyển hàng ; dây xích của xe đạp hoặc xe máy đang chạy ;... là những vật rắn bị *biến dạng kéo* do phải chịu các lực kéo. Những lực này có tác dụng kéo dãn, có thể làm tăng độ dài và giảm tiết diện ngang của vật rắn.

Trụ và móng cầu ; cột, tường và móng nhà ;... là những vật rắn bị *biến dạng nén* do phải chịu các lực nén. Những lực này có tác dụng nén ép, có thể làm giảm độ dài và tăng tiết diện ngang của vật rắn.

Sợi dây thép bị cắt bằng kìm ; tấm thép bị cắt bằng dao của máy cắt ; các đinh tán (đinh rivê) ghép hai thanh giằng thân cầu ;... là những vật rắn bị *biến dạng cắt* (hay *biến dạng trượt*) do phải chịu các lực cắt. Những lực này có tác dụng làm các lớp tiếp giáp bên trong vật rắn trượt trên nhau, giống như trường hợp dùng tay đẩy miết phần trên của tập giấy in đặt trên bàn, làm cho các tờ giấy dịch chuyển đối với nhau theo phương của lực tác dụng (Hình 35.2).



Hình 35.2

Thanh xà ngang ; dầm cầu ; mặt giá đỡ đang chất vật nặng ;... là những vật rắn bị *biến dạng uốn* do phải chịu các lực uốn. Những lực này có tác dụng làm cong mặt vật rắn. Khi vật rắn bị biến dạng uốn, *ví dụ* : thanh sào dài bị uốn cong do trọng lượng của vận động viên nhảy sào tác dụng khi đang nhảy bật lên cao (Hình 35.3), phần lồi của nó bị kéo dãn và phần lõm bị nén ép lại. Lớp ngăn cách giữa hai phần này là *lớp trung hoà*. Phần vật rắn ở gần lớp trung hoà, hầu như không bị kéo hoặc nén. Vì thế các thanh rắn chịu biến dạng uốn thường được thay bằng ống rỗng (khung xe đạp), hoặc thanh chữ I (đường ray xe lửa), hoặc thanh chữ T (dầm cầu, dầm và móng nhà,...). Do đó vừa tiết kiệm vật liệu, vừa giảm trọng lượng của thanh rắn. Xương động vật, thân cây tre hoặc trúc, sậy,... đều được cấu tạo theo hình ống để giảm trọng lượng mà vẫn có thể chịu được những biến dạng uốn khá lớn.

Trục bánh răng truyền động của xe ô tô đang chạy ; trục vít của máy tiện khi đang hoạt động ; chiếc đinh vít hoặc bulông đang bị vặn chặt vào thân máy ;... là những vật rắn bị *biến dạng xoắn* do phải chịu các lực xoắn. Những lực này có tác dụng làm các lớp tiếp giáp bên trong vật rắn xoay lệch nhau quanh một trục nào đó. Có thể coi biến dạng xoắn là biến dạng trượt giữa các lớp vỏ của vật rắn.

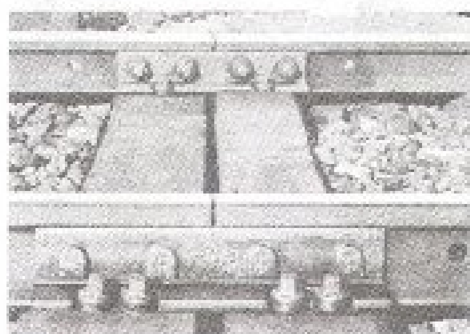


Hình 35.3

36 SỰ NỞ VÌ NHIỆT CỦA VẬT RẮN

Tại sao giữa hai đầu thanh ray của đường sắt lại phải có một khe hở (Hình 36.1) ?

Độ rộng của khe hở này phụ thuộc những yếu tố gì và có thể xác định nó theo công thức như thế nào ?

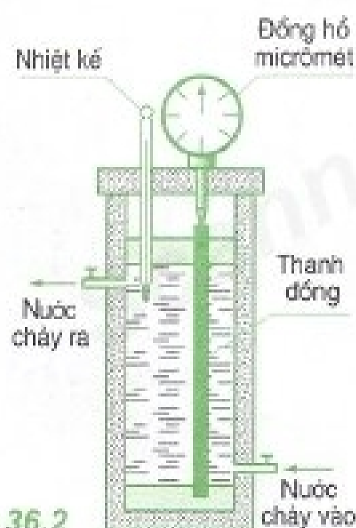


Hình 36.1

I - SỰ NỞ DÀI

1. Thí nghiệm

a) Đặt một thanh đồng vào trong bình nước. Khi tăng dần nhiệt độ của nước từ t_0 đến t, thanh đồng nở dài ra và đẩy đầu đo của đồng hồ micrômét dịch chuyển, làm kim của nó quay từ từ trên mặt thang đo (Hình 36.2).



Hình 36.2

Ban đầu thanh đồng có nhiệt độ $t_0 = 20^oC$ và độ dài $l_0 = 500$ mm. Giá trị độ nở dài Δl của thanh đồng và độ tăng nhiệt độ $\Delta t = t - t_0$ tương ứng của nó được ghi trong Bảng 36.1.

Bảng 36.1

Nhiệt độ ban đầu : $t_0 = 20^oC$ Độ dài ban đầu : $l_0 = 500$ mm		
Δt (°C)	Δl (mm)	$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta t}$
30	0,25	.
40	0,33	.
50	0,41	.
60	0,49	.
70	0,58	.

C1

b) Kết quả của thí nghiệm trên cho thấy hệ số α có giá trị không đổi. Như vậy ta có thể viết :

$$\Delta l = \alpha l_0 (t - t_0) \quad (36.1)$$

Trong đó l_0 và l là độ dài của thanh đồng ở nhiệt độ đầu t_0 và nhiệt độ cuối t.

Công thức (36.1) có thể viết dưới dạng tương tự công thức (35.3) :

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \alpha \Delta t \quad (36.2)$$

với $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ là độ nở dài tỉ đối và $\Delta t = t - t_0$ là độ tăng nhiệt độ của thanh đồng.

c) Làm thí nghiệm với các vật rắn có độ dài và chất liệu khác nhau (nhôm, sắt, thuỷ tinh,...), người ta thu được kết quả tương tự, nhưng hệ số α có giá trị thay đổi phụ thuộc chất liệu của vật rắn.

C1 Tính hệ số $\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta t}$ của mỗi lần đo ghi trong Bảng 36.1. Xác định giá trị trung bình của hệ số α.

Với sai số khoảng 5%, nhận xét xem hệ số α có giá trị không đổi hay thay đổi ?

Bảng 36.2

Hệ số nở dài của một số chất rắn.

Chất liệu	α (K^{-1})
Nhôm	24.10^{-6}
Đồng đỏ	17.10^{-6}
Sắt, thép	11.10^{-6}
Inva (Ni - Fe)	$0,9.10^{-6}$
Thuỷ tinh	9.10^{-6}
Thạch anh	$0,6.10^{-6}$

2. Kết luận

Sự tăng độ dài của vật rắn khi nhiệt độ tăng gọi là *sự nở dài* (vì nhiệt).

Nhiều thí nghiệm chứng tỏ : *Độ nở dài Δl của vật rắn (hình trụ đồng chất) tỉ lệ với độ tăng nhiệt độ Δt và độ dài ban đầu l_0 của vật đó.*

$$\Delta l = l - l_0 = \alpha l_0 \Delta t \quad (36.3)$$

Công thức (36.3) gọi là *công thức nở dài*, trong đó hệ số tỉ lệ α gọi là *hệ số nở dài*. Giá trị của α phụ thuộc chất liệu của vật rắn (Bảng 36.2) và có đơn vị đo là 1/K hay K^{-1}. **C2**

C2 Dựa vào công thức $\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta t}$, hãy cho biết ý nghĩa của hệ số nở dài α.

II - SỰ NỞ KHỐI

Khi bị nung nóng, kích thước của vật rắn tăng theo mọi hướng nên thể tích của nó cũng tăng. Sự tăng thể tích của vật rắn khi nhiệt độ tăng gọi là *sự nở khối*.

Ví dụ :

Ở 15°C, mỗi thanh ray của đường sắt dài 12,5 m. Hỏi khe hở giữa hai thanh ray phải có độ rộng tối thiểu bằng bao nhiêu để các thanh ray không bị cong khi nhiệt độ tăng tới 50°C ?

Giải :

Theo (36.3), độ nở dài của mỗi thanh ray bằng :

$\Delta l = \alpha l_0 (t - t_0)$

$\Delta l = 11.10^{-6}.12,5 (50 - 15)$
$= 4,81 \text{mm}$.

Chú ý : Công thức (36.4) cũng áp dụng cho cả các chất lỏng (trừ nước ở gần 4°C), nhưng hệ số nở khối β của các chất lỏng lớn hơn từ 10 đến 100 lần so với các chất rắn. *Ví dụ :*

Cồn, rượu : $\beta = 12.10^{-4} K^{-1}$

Thuỷ ngân : $\beta = 18.10^{-3} K^{-1}$

Nhiều thí nghiệm chứng tỏ, *độ nở khối* của vật rắn (đồng chất, đẳng hướng) cũng được xác định theo công thức (có dạng tương tự công thức nở dài) :

$$\Delta V = V - V_0 = \beta V_0 \Delta t \quad (36.4)$$

với V_0 và V lần lượt là thể tích của vật rắn ở nhiệt độ đầu t_0 và nhiệt độ cuối t, còn $\Delta t = t - t_0$ là độ tăng nhiệt độ và β gọi là hệ số nở khối, $\beta \approx 3\alpha$ và cũng có đơn vị đo là 1/K hay K^{-1}.

III - ỨNG DỤNG

Trong kĩ thuật chế tạo và lắp đặt máy móc hoặc xây dựng công trình, người ta phải tính toán để *khắc phục tác dụng có hại của sự nở vì nhiệt* sao cho các vật rắn không bị cong hoặc nứt gãy khi nhiệt độ thay đổi. *Ví dụ :* giữa đầu các thanh ray của đường sắt phải có khe hở ; hai đầu cầu sắt phải đặt trên các gối đỡ xê dịch được trên các con lăn ; các ống kim loại dẫn hơi nóng hoặc nước nóng phải có đoạn uốn cong để khi ống bị nở dài thì đoạn cong này chỉ biến dạng mà không bị gãy ;...

Mặt khác, người ta lại *lợi dụng sự nở vì nhiệt* của các vật rắn để lồng ghép đai sắt vào các bánh xe, để chế tạo *băng kép* dùng làm rơle đóng - ngắt tự động mạch điện ; hoặc để chế tạo các ampe kế nhiệt, hoạt động dựa trên tác dụng nhiệt của dòng điện, dùng đo cả dòng điện một chiều và xoay chiều ;...

- Sự nở vì nhiệt của vật rắn là sự tăng kích thước của vật rắn khi nhiệt độ tăng do bị nung nóng.
- Độ nở dài của vật rắn tỉ lệ thuận với độ tăng nhiệt độ Δt và độ dài ban đầu l_0 của vật đó.

$$\Delta l = l - l_0 = \alpha l_0 \Delta t$$

- Độ nở khối của vật rắn tỉ lệ với độ tăng nhiệt độ Δt và thể tích ban đầu V_0 của vật đó.

$$\Delta V = V - V_0 = \beta V_0 \Delta t, \text{ với } \beta \approx 3\alpha$$

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Phát biểu và viết công thức nở dài của vật rắn.
2. Viết công thức xác định quy luật phụ thuộc nhiệt độ của độ dài vật rắn.
3. Viết công thức xác định quy luật phụ thuộc nhiệt độ của thể tích vật rắn.

4. Tại sao khi đổ nước sôi vào trong cốc thuỷ tinh thì cốc thuỷ tinh hay bị nứt vỡ, còn cốc thạch anh không bị nứt vỡ ?

   A. Vì cốc thạch anh có thành dày hơn.

   B. Vì cốc thạch anh có đáy dày hơn.

   C. Vì thạch anh cứng hơn thuỷ tinh.

   D. Vì thạch anh có hệ số nở khối nhỏ hơn thuỷ tinh.

5. Một thước thép ở 20°C có độ dài 1 000 mm. Khi nhiệt độ tăng đến 40°C, thước thép này dài thêm bao nhiêu ?

   A. 2,4 mm.   B. 3,2 mm.

   C. 0,22 mm.   D. 4,2 mm.

6. Khối lượng riêng của sắt ở 800°C bằng bao nhiêu ? Biết khối lượng riêng của nó ở 0°C là $7,800.10^3$ kg/m^3.

   A. $7,900.10^3$ kg/m^3.   B. $7,599.10^3$ kg/m^3.

   C. $7,857.10^3$ kg/m^3.   D. $7,485.10^3$ kg/m^3.

7. Một dây tải điện ở 20°C có độ dài 1 800 m. Hãy xác định độ nở dài của dây tải điện này khi nhiệt độ tăng lên đến 50°C về mùa hè. Cho biết hệ số nở dài của dây tải điện là $\alpha = 11,5.10^{-6}K^{-1}$.
8. Mỗi thanh ray của đường sắt ở nhiệt độ 15°C có độ dài là 12,5 m. Nếu hai đầu các thanh ray khi đó chỉ đặt cách nhau 4,50 mm, thì các thanh ray này có thể chịu được nhiệt độ lớn nhất bằng bao nhiêu để chúng không bị uốn cong do tác dụng nở vì nhiệt ? Cho biết hệ số nở dài của mỗi thanh ray là $\alpha = 12.10^{-6}K^{-1}$.
9. Xét một vật rắn đồng chất, đẳng hướng và có dạng khối lập phương. Hãy chứng minh độ tăng thể tích ΔV của vật rắn này khi bị nung nóng từ nhiệt độ đầu t_0 đến nhiệt độ t được xác định bởi công thức :

$$\Delta V = V - V_0 = \beta V_0 \Delta t$$

   với V_0 và V lần lượt là thể tích của vật rắn ở nhiệt độ đầu t_0 và nhiệt độ cuối t, $\Delta t = t - t_0$, $\beta \approx 3\alpha$ (α là hệ số nở dài của vật rắn này).

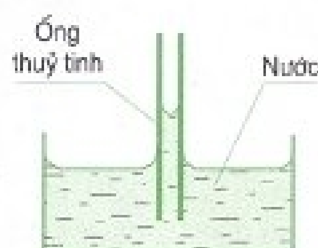
   Chú ý : α^2 và α^3 rất nhỏ so với α.

37 CÁC HIỆN TƯỢNG BỀ MẶT CỦA CHẤT LỎNG

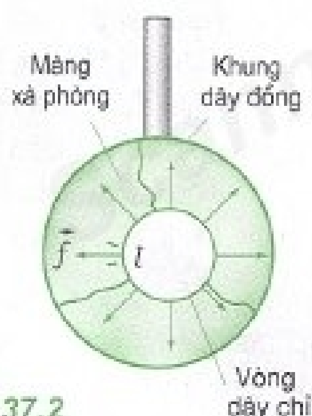
Tại sao chiếc kim khâu hoặc lưỡi dao cạo râu có thể nổi trên mặt nước khi đặt nó nằm ngang, nhưng lại bị chìm vào trong nước khi đặt nó nằm nghiêng ?

Tại sao bề mặt nước ở chỗ tiếp xúc với thành bình hoặc thành ống không phẳng ngang, mà lại bị uốn cong thành mặt khum (Hình 37.1) ?

Tại sao mức nước bên trong các ống nhỏ lại dâng cao hơn mặt nước bên ngoài ống ?



Hình 37.1



Hình 37.2

C1 Cho biết hình tròn có diện tích lớn nhất trong số các hình có cùng chu vi. Hãy lập luận để chứng minh bề mặt phần màng xà phòng còn đọng trên khung dây đồng đã tự co lại để giảm diện tích của nó tới mức nhỏ nhất.

I – HIỆN TƯỢNG CĂNG BỀ MẶT CỦA CHẤT LỎNG

1. Thí nghiệm

Nhúng một khung dây đồng trên đó có buộc một vòng dây chỉ hình dạng bất kì vào nước xà phòng. Sau đó nhấc nhẹ khung dây đồng ra ngoài để tạo thành một màng xà phòng phủ kín mặt khung dây.

Chọc thủng phần màng xà phòng bên trong vòng dây chỉ. Khi đó, ta quan sát thấy bề mặt phần màng xà phòng còn đọng trên khung dây có tính chất giống như một màng đàn hồi đang bị kéo căng, nó luôn có xu hướng tự co lại để giảm diện tích tới mức nhỏ nhất có thể. Hiện tượng này chứng tỏ trên bề mặt phần màng xà phòng đã có các lực nằm tiếp tuyến với bề mặt màng và kéo nó căng đều theo mọi phương vuông góc với vòng dây chỉ, làm cho vòng dây chỉ có dạng một đường tròn (Hình 37.2). Những lực kéo căng bề mặt chất lỏng gọi là *lực căng bề mặt* của chất lỏng. **C1**

2. Lực căng bề mặt

a) Kết quả thí nghiệm với các chất lỏng khác nhau chứng tỏ :

Lực căng bề mặt tác dụng lên một đoạn đường nhỏ bất kì trên bề mặt chất lỏng luôn có phương vuông góc với đoạn đường này và tiếp tuyến với bề mặt chất lỏng, có chiều làm giảm diện tích bề mặt chất lỏng và có độ lớn f tỉ lệ thuận với độ dài l của đoạn đường đó :

$$f = \sigma l$$

ở đây hệ số tỉ lệ σ gọi là *hệ số căng bề mặt* và đo bằng đơn vị *niutơn trên mét* (*N*/*m*).

Giá trị của σ phụ thuộc bản chất và nhiệt độ của chất lỏng : σ giảm khi nhiệt độ tăng.

Trong thí nghiệm theo Hình 37.2, vì màng xà phòng có hai mặt (trên và dưới) nên tổng các lực căng bề mặt của màng này tác dụng lên vòng dây chỉ hình tròn bao quanh màng có độ lớn bằng :

$$F_c = \sigma.2L = \sigma.2\pi D$$

với $L = \pi D$ là chu vi đường tròn nằm trên một mặt của màng xà phòng giới hạn bởi vòng dây chỉ có đường kính D.

Bảng 37.1

Hệ số căng bề mặt của một số chất lỏng.

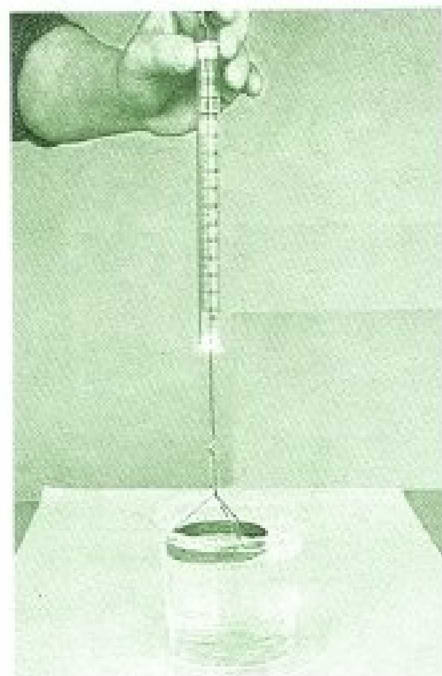
Chất lỏng ở 20°C	σ (N/m)
Nước	73.10^{-3}
Rượu, cồn	22.10^{-3}
Thuỷ ngân	465.10^{-3}
Nước Xà phòng	25.10^{-3}

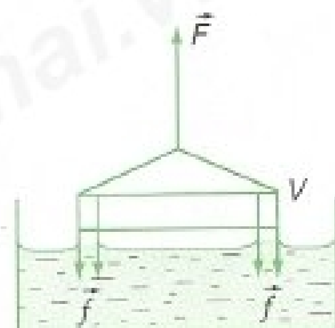
Nước ở t°C	σ (N/m)
0	$75,5.10^{-3}$
10	$74,0.10^{-3}$
20	$73,0.10^{-3}$
30	$71,0.10^{-3}$
100	$59,0.10^{-3}$

b) Xác định hệ số căng bề mặt của chất lỏng bằng thí nghiệm (có thể xem bài 40, sách giáo khoa Vật lí 10) :

- Dùng lực kế (độ chia nhỏ nhất 0,001 N) đo trọng lượng P của chiếc vòng nhôm V và đo lực kéo F vừa đủ để bứt chiếc vòng V khỏi mặt nước (Hình 37.3).

- Dùng thước kẹp (độ chia nhỏ nhất 0,02 mm) đo đường kính ngoài D và đường kính trong d của chiếc vòng. **C2**





Hình 37.3

C2 Từ kết quả thí nghiệm theo Hình 37.3, hãy tính :

- Tổng các lực căng bề mặt của nước tác dụng lên chiếc vòng V :

$$F_c = F - P$$

- Tổng chu vi ngoài và chu vi trong của chiếc vòng V :

$$L = \pi(D + d).$$

- Giá trị hệ số căng bề mặt của nước :

$$\sigma = \frac{F_c}{\pi(D + d)}$$

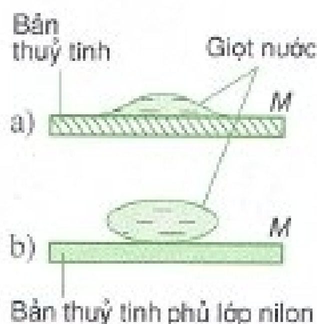
3. Ứng dụng

Do tác dụng của lực căng bề mặt nên nước mưa không thể lọt qua các lỗ nhỏ giữa các sợi vải căng trên ô dù hoặc trên mui bạt ô tô tải ; nước trong ống nhỏ giọt chỉ có thể thoát ra khỏi miệng ống khi giọt nước có kích thước đủ lớn để trọng lượng của nó thắng được lực căng bề mặt của nước tại miệng ống ;...

Hoà tan xà phòng vào nước sẽ làm giảm đáng kể lực căng bề mặt của nước, nên nước xà phòng dễ thấm vào các sợi vải khi giặt để làm sạch các sợi vải,...

II - HIỆN TƯỢNG DÍNH ƯỚT. HIỆN TƯỢNG KHÔNG DÍNH ƯỚT

1. Thí nghiệm



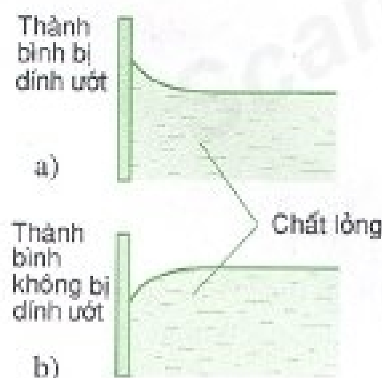
Hình 37.4

a) Lấy hai bản thuỷ tinh, trong đó một bản để trần, một bản phủ lớp nilon. Nhỏ lên mặt của mỗi bản này một giọt nước.

Nếu mặt bản nào bị *dính ướt* nước thì giọt nước sẽ lan rộng thành một hình có dạng bất kì (Hình 37.4a).

Nếu mặt bản nào *không bị dính ướt* nước thì giọt nước sẽ vo tròn lại và bị dẹt xuống do tác dụng của trọng lực (Hình 37.4b). **C3**

C3 Hãy quan sát xem mặt bản nào bị dính ướt nước ? Mặt bản nào không bị dính ướt nước ?



Hình 37.5

b) Làm thí nghiệm với các chất lỏng trong các bình chứa có bản chất khác nhau, ta quan sát thấy :

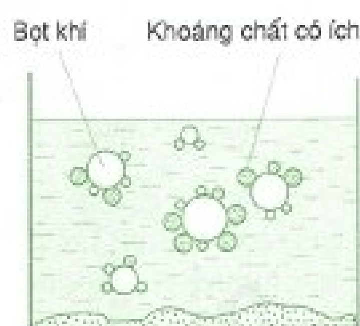
Nếu thành bình bị dính ướt thì phần bề mặt chất lỏng ở sát thành bình sẽ bị kéo dịch lên phía trên một chút và có dạng *mặt khum lõm* (Hình 37.5a).

Nếu thành bình không bị dính ướt thì bề mặt chất lỏng ở sát thành bình sẽ bị kéo dịch xuống phía dưới một chút và có dạng *mặt khum lồi* (Hình 37.5b). **C4**

C4 Đổ nước vào một cốc thuỷ tinh có thành nhẵn. Quan sát xem bề mặt của nước ở sát thành cốc có dạng mặt phẳng hay mặt khum ?

2. Ứng dụng

Trong công nghệ tuyển khoáng, hiện tượng mặt vật rắn bị dính ướt chất lỏng được ứng dụng để làm giàu quặng theo phương pháp "tuyển nổi". Quặng mỏ được nghiền thành các hạt nhỏ rồi đổ vào trong một bể chứa hỗn hợp nước pha dầu nhờn và khuấy đều. Trong hỗn hợp này có các bọt khí bọc trong màng dầu. Các hạt khoáng chất có ích (thiếc, đồng sunfua,...) bị dính ướt dầu nhưng không bị dính ướt nước nên chúng sẽ nổi lên trên mặt thoáng cùng với các bọt khí bọc dầu, còn các bẩn quặng (đất, cát,...) bị dính ướt nước sẽ chìm xuống đáy bể chứa (Hình 37.6). Người ta hớt lớp bọt khí dính các hạt khoáng chất có ích nổi trên bề mặt của bể chứa hỗn hợp dầu và thu được khoáng chất giàu hơn hàng chục lần so với quặng thô.



Hình 37.6

III – HIỆN TƯỢNG MAO DẪN

1. Thí nghiệm

a) Nhúng thẳng đứng ba ống thuỷ tinh có đường kính trong khác nhau và khá nhỏ (cỡ 0,5 ÷ 1,5 mm) vào trong cùng một cốc nước. **C5**

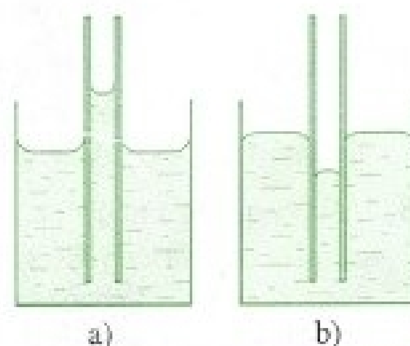
C5 Hãy so sánh mức nước trong các ống thuỷ tinh với nhau và với bề mặt của nước ở bên ngoài các ống.

b) Kết quả thí nghiệm với những ống thuỷ tinh có đường kính trong nhỏ được nhúng vào các chất lỏng khác nhau đã chứng tỏ :

– Nếu thành ống bị dính ướt (*Ví dụ :* ống thuỷ tinh có đầu dưới nhúng trong nước), mức chất lỏng bên trong ống sẽ dâng cao hơn bề mặt chất lỏng ở bên ngoài ống và bề mặt chất lỏng trong ống có dạng mặt khum lõm (Hình 37.7a).

– Nếu thành ống không bị dính ướt (*Ví dụ :* ống thuỷ tinh có đầu dưới nhúng trong thuỷ ngân), mức chất lỏng bên trong ống sẽ hạ thấp hơn mức chất lỏng bên ngoài ống và bề mặt chất lỏng bên trong ống có dạng mặt khum lồi (Hình 37.7b).

– Hơn nữa, nếu ống có đường kính trong càng nhỏ, thì độ dâng cao hoặc hạ thấp của mức chất lỏng bên trong ống so với bề mặt chất lỏng ở bên ngoài ống càng lớn.



Hình 37.7

Hiện tượng mức chất lỏng bên trong các ống có đường kính trong nhỏ luôn dâng cao hơn, hoặc hạ thấp hơn so với bề mặt chất lỏng ở bên ngoài ống gọi là hiện tượng mao dẫn.

Các ống trong đó xảy ra hiện tượng mao dẫn gọi là các *ống mao dẫn*.

2. Ứng dụng

Do hiện tượng mao dẫn, nước có thể dâng lên từ đất qua hệ thống các ống mao dẫn trong bộ rễ và trong thân cây để nuôi cây tươi tốt ; dầu hoả có thể ngấm theo các sợi nhỏ trong bấc đèn lên đến ngọn bấc để cháy ; dầu nhờn có thể thấm qua các lớp phớt hay mút xốp để bôi trơn liên tục các vòng đỡ trục quay của các động cơ điện,...

- **Lực căng bề mặt tác dụng lên một đoạn đường nhỏ bất kì trên bề mặt chất lỏng luôn có phương vuông góc với đoạn đường này và tiếp tuyến với bề mặt chất lỏng, có chiều làm giảm diện tích bề mặt chất lỏng và có độ lớn f tỉ lệ thuận với độ dài l của đoạn đường đó :**

$$f = \sigma l$$

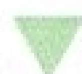
ở đây hệ số tỉ lệ σ gọi là hệ số căng bề mặt và đo bằng đơn vị niutơn trên mét (N/m). Giá trị của σ phụ thuộc bản chất và nhiệt độ của chất lỏng : σ giảm khi nhiệt độ tăng.

- **Bề mặt chất lỏng ở sát thành bình chứa nó có dạng mặt khum lõm khi thành bình bị dính ướt và có dạng mặt khum lồi khi thành bình không bị dính ướt.**
- **Hiện tượng mức chất lỏng bên trong các ống có đường kính nhỏ luôn dâng cao hơn, hoặc hạ thấp hơn so với bề mặt chất lỏng ở bên ngoài ống gọi là hiện tượng mao dẫn. Các ống trong đó xảy ra hiện tượng mao dẫn gọi là ống mao dẫn.**

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Mô tả hiện tượng căng bề mặt của chất lỏng. Nói rõ phương, chiều của lực căng bề mặt.
2. Trình bày thí nghiệm xác định hệ số căng bề mặt của chất lỏng theo phương pháp kéo vòng kim loại bứt ra khỏi bề mặt của chất lỏng đó.
3. Viết công thức xác định độ lớn của lực căng bề mặt của chất lỏng. Hệ số căng bề mặt phụ thuộc những yếu tố nào của chất lỏng ?
4. Mô tả hiện tượng dính ướt và hiện tượng không dính ướt chất lỏng. Bề mặt của chất lỏng ở sát thành bình chứa nó có hình dạng như thế nào khi thành bình bị dính ướt ?
5. Mô tả hiện tượng mao dẫn.



6. Câu nào dưới đây là *không* đúng khi nói về lực căng bề mặt của chất lỏng ?

A. Lực căng bề mặt tác dụng lên một đoạn đường nhỏ bất kì trên bề mặt chất lỏng có phương vuông góc với đoạn đường này và tiếp tuyến với bề mặt của chất lỏng.

B. Lực căng bề mặt luôn có phương vuông góc với bề mặt chất lỏng.

C. Lực căng bề mặt có chiều làm giảm diện tích bề mặt chất lỏng.

D. Lực căng bề mặt tác dụng lên một đoạn đường nhỏ bất kì trên bề mặt chất lỏng có độ lớn f tỉ lệ với độ dài l của đoạn đường đó.

7. Tại sao chiếc kim khâu có thể nổi trên mặt nước khi đặt nằm ngang ?

A. Vì chiếc kim không bị dính ướt nước.

B. Vì khối lượng riêng của chiếc kim nhỏ hơn khối lượng riêng của nước.

C. Vì trọng lượng của chiếc kim đè lên mặt nước khi nằm ngang không thắng nổi lực đẩy Ác-si-mét.

D. Vì trọng lượng của chiếc kim đè lên mặt nước khi nằm ngang không thắng nổi lực căng bề mặt của nước tác dụng lên nó.

8. Câu nào dưới đây là *không* đúng khi nói về hiện tượng dính ướt và hiện tượng không dính ướt của chất lỏng ?

A. Vì thuỷ tinh bị nước dính ướt, nên giọt nước nhỏ trên mặt bản thuỷ tinh lan rộng thành một hình có dạng bất kì.

B. Vì thuỷ tinh bị nước dính ướt, nên bề mặt của nước ở sát thành bình thuỷ tinh có dạng mặt khum lõm.

C. Vì thuỷ tinh không bị thuỷ ngân dính ướt, nên giọt thuỷ ngân nhỏ trên mặt bản thuỷ tinh vo tròn lại và bị dẹt xuống do tác dụng của trọng lực.

D. Vì thuỷ tinh không bị thuỷ ngân dính ướt, nên bề mặt của thuỷ ngân ở sát thành bình thuỷ tinh có dạng mặt khum lõm.

9. Tại sao nước mưa không lọt qua được các lỗ nhỏ trên tấm vải bạt ?

A. Vì vải bạt bị dính ướt nước.

B. Vì vải bạt không bị dính ướt nước.

C. Vì lực căng bề mặt của nước ngăn cản không cho nước lọt qua các lỗ nhỏ của tấm bạt.

D. Vì hiện tượng mao dẫn ngăn cản không cho nước lọt qua các lỗ trên tấm bạt.

10. Tại sao giọt dầu lại có dạng khối cầu nằm lơ lửng trong dung dịch rượu có cùng khối lượng riêng với nó ?

A. Vì hợp lực tác dụng lên giọt dầu bằng không, nên do hiện tượng căng bề mặt, làm cho diện tích bề mặt của giọt dầu co lại đến giá trị nhỏ nhất ứng với diện tích mặt cầu và nằm lơ lửng trong dung dịch rượu.

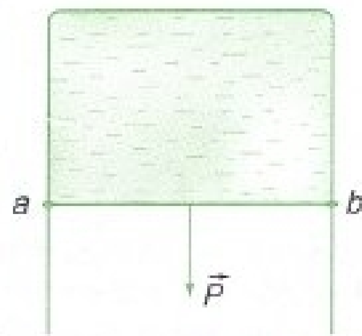
B. Vì giọt dầu không chịu tác dụng của lực nào cả, nên do hiện tượng căng bề mặt, diện tích bề mặt giọt dầu co lại đến giá trị nhỏ nhất ứng với diện tích của mặt hình cầu và nằm lơ lửng trong dung dịch rượu.

C. Vì giọt dầu không bị dung dịch rượu dính ướt, nên nó nằm lơ lửng trong dung dịch.

D. Vì lực căng bề mặt của dầu lớn hơn lực căng bề mặt của dung dịch rượu, nên nó nằm lơ lửng trong dung dịch rượu.

11. Một vòng xuyến có đường kính ngoài là 44 mm và đường kính trong là 40 mm. Trọng lượng của vòng xuyến là 45 mN. Lực bứt vòng xuyến này ra khỏi bề mặt của glixêrin ở 20°C là 64,3 mN. Tính hệ số căng bề mặt của glixêrin ở nhiệt độ này.

12. Một màng xà phòng được căng trên mặt khung dây đồng mảnh hình chữ nhật treo thẳng đứng, đoạn dây đồng ab dài 50 mm và có thể trượt dễ dàng dọc theo chiều dài của khung (Hình 37.8). Tính trọng lượng P của đoạn dây ab để nó nằm cân bằng. Màng xà phòng có hệ số căng bề mặt σ = 0,040 N/m.



Hình 37.8

38 SỰ CHUYỂN THỂ CỦA CÁC CHẤT

Khi điều kiện tồn tại (nhiệt độ, áp suất) thay đổi, các chất có thể chuyển thể từ rắn sang lỏng, hoặc từ lỏng sang khí và ngược lại. Nước có thể bay hơi hoặc đông lại thành nước đá, các kim loại có thể chảy lỏng và bay hơi.

Vậy *sự chuyển thể* (còn gọi là *chuyển pha*) của các chất có những đặc điểm gì ?



Hình 38.1 *Tảng băng đang tan.*

I - SỰ NÓNG CHẢY

Quá trình chuyển từ thể rắn sang thể lỏng của các chất gọi là *sự nóng chảy*. Quá trình chuyển ngược lại từ thể lỏng sang thể rắn của các chất gọi là *sự đông đặc*.



Hình 38.2

1. Thí nghiệm

a) Đun nóng chảy thiếc (kim loại). Theo dõi, ghi và vẽ đường biểu diễn sự biến thiên nhiệt độ của thiếc theo thời gian trong quá trình chuyển thể từ rắn sang lỏng, ta thu được đồ thị trên Hình 38.2. **C1**

C1 Dựa vào đồ thị trên Hình 38.2, hãy mô tả và nhận xét về sự thay đổi nhiệt độ trong quá trình nóng chảy và đông đặc của thiếc.

b) Làm thí nghiệm khảo sát quá trình nóng chảy và đông đặc đối với nhiều chất rắn kết tinh khác như đồng, nhôm, sắt,... người ta đã đi tới kết luận :

Mỗi chất rắn kết tinh (ứng với một cấu trúc tinh thể) có một nhiệt độ nóng chảy không đổi xác định ở mỗi áp suất cho trước (Bảng 38.1).

Các chất rắn vô định hình (thuỷ tinh, nhựa dẻo, sáp nến,...) không có nhiệt độ nóng chảy xác định.

Đối với đa số các chất rắn, thể tích của chúng sẽ tăng khi nóng chảy và sẽ giảm khi đông đặc. (Riêng nước đá lại có khối lượng riêng nhỏ hơn nước nên nước đá nổi trên mặt nước).

Nhiệt độ nóng chảy của chất rắn thay đổi phụ thuộc áp suất bên ngoài. Đối với các chất có thể tích tăng khi nóng chảy, nhiệt độ nóng chảy của chúng tăng theo áp suất bên ngoài. Ngược lại, đối với các chất có thể tích giảm khi nóng chảy, nhiệt độ nóng chảy của chúng giảm khi áp suất bên ngoài tăng.

Bảng 38.1

Nhiệt độ nóng chảy t_c của một số chất rắn kết tinh ở áp suất chuẩn.

Chất rắn	t_c (°C)
Niken	1 452
Sắt	1 530
Thép	1 300
Đồng đỏ	1 083
Vàng	1 063
Bạc	960
Nhôm	659
Chì	327
Thiếc	232
Nước đá	0

2. Nhiệt nóng chảy

Nhiệt lượng cung cấp cho chất rắn trong quá trình nóng chảy gọi là *nhiệt nóng chảy* của chất rắn đó. Nhiệt nóng chảy Q tỉ lệ thuận với khối lượng m của chất rắn :

$$Q = \lambda m \quad (38.1)$$

trong đó hệ số tỉ lệ λ gọi là *nhiệt nóng chảy riêng*. Giá trị của λ phụ thuộc vào bản chất của chất rắn nóng chảy (Bảng 38.2). Đơn vị đo λ *là jun trên kilôgam (J/kg).*

Từ công thức (38.1) ta suy ra : Nhiệt nóng chảy riêng của một chất rắn có độ lớn bằng nhiệt lượng cần cung cấp để làm nóng chảy hoàn toàn 1 kg chất rắn đó ở nhiệt độ nóng chảy.

Bảng 38.2

Nhiệt nóng chảy riêng λ của một số chất rắn kết tinh.

Chất rắn	λ (J/kg)
Nước đá	$3{,}33.10^5$
Nhôm	$3{,}97.10^5$
Sắt	$2{,}72.10^5$
Chì	$0{,}25.10^5$
Bạc	$0{,}88.10^5$
Vàng	$0{,}64.10^5$
Thiếc	$0{,}59.10^5$

3. Ứng dụng

Các kim loại được nấu chảy và giữ ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ nóng chảy t_c của chúng để đúc các chi tiết máy, đúc tượng và chuông, để luyện thành gang thép và các hợp kim khác nhau.

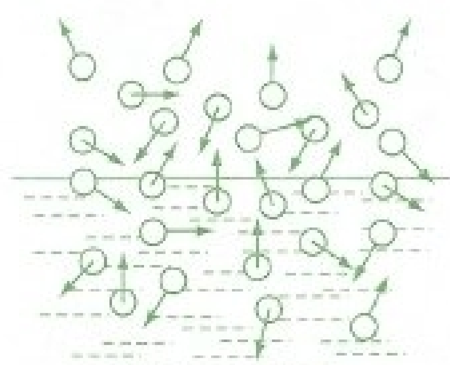
II - SỰ BAY HƠI

Quá trình chuyển từ thể lỏng sang thể khí (hơi) ở bề mặt chất lỏng gọi là *sự bay hơi*. Quá trình chuyển ngược lại từ thể khí (hơi) sang thể lỏng gọi là *sự ngưng tụ*.

1. Thí nghiệm

a) Đổ một lớp nước mỏng lên trên mặt đĩa nhôm. Thổi nhẹ lên mặt lớp nước này hoặc hơ nóng đĩa nhôm, ta thấy lớp nước dần dần biến mất : nước đã bốc thành hơi bay vào không khí.

Nếu đặt bản thuỷ tinh gần miệng cốc nước nóng, ta thấy trên mặt bản thuỷ tinh xuất hiện các giọt nước : hơi nước từ cốc nước đã bay lên đọng thành nước.



Hình 38.3

b) Nguyên nhân của quá trình bay hơi là do một số phân tử nước ở bề mặt của nước có động năng chuyển động nhiệt lớn, nên chúng có thể thắng được công cản do lực hút của các phân tử nước nằm trên bề mặt của nước và thoát ra khỏi mặt nước, trở thành các phân tử hơi nước (Hình 38.3). Đồng thời khi đó cũng xảy ra quá trình ngưng tụ do một số phân tử hơi nước chuyển động nhiệt hỗn loạn va chạm vào mặt nước, bị các phân tử nước nằm trên bề mặt của nước hút chúng vào trong nước. **C2**

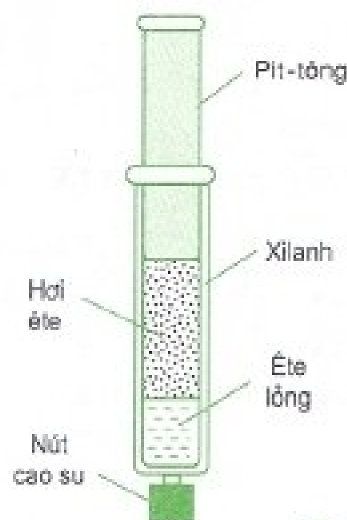
C2 Nhiệt độ của khối chất lỏng khi bay hơi tăng hay giảm ? Tại sao ?

c) Làm thí nghiệm với nhiều chất lỏng khác, người ta cũng thấy hiện tượng xảy ra tương tự.

Như vậy, sự ngưng tụ luôn xảy ra kèm theo sự bay hơi. Sau mỗi đơn vị thời gian, nếu số phân tử chất lỏng thoát khỏi bề mặt chất lỏng nhiều hơn số phân tử hơi bị hút vào trong chất lỏng, thì ta nói chất lỏng bị "bay hơi" ; còn nếu số phân tử hơi bị hút vào trong chất lỏng nhiều hơn số phân tử chất lỏng thoát khỏi bề mặt chất lỏng, thì ta nói chất hơi bị "ngưng tụ". **C3**

C3 Hãy đoán xem tốc độ bay hơi của chất lỏng phụ thuộc như thế nào vào nhiệt độ, diện tích bề mặt chất lỏng và áp suất khí (hoặc hơi) ở sát phía trên bề mặt chất lỏng ? Tại sao ?

2. Hơi khô và hơi bão hoà



Hình 38.4

a) Dùng ống xilanh để hút một ít ête lỏng vào trong ống rồi nút kín lại. Sau đó kéo pit-tông lên để tạo ra một khoảng trống trên bề mặt của ête lỏng (Hình 38.4). Người ta quan sát thấy mức ête lỏng trong ống giảm dần và cuối cùng dừng lại (*Chú ý* : Không thực hiện thí nghiệm này trong lớp.)

Nguyên nhân của hiện tượng trên là do lúc đầu tốc độ bay hơi của ête lỏng nhanh hơn tốc độ ngưng tụ của hơi ête nên mức ête lỏng trong ống giảm dần. Nhưng vì mật độ phân tử của hơi ête trên bề mặt của ête lỏng vẫn tiếp tục tăng, nên hơi ête chưa bị bão hoà và được gọi là *hơi khô*. Áp suất hơi ête tăng dần làm giảm tốc độ bay hơi và làm tăng tốc độ ngưng tụ. Cho tới khi tốc độ ngưng tụ bằng tốc độ bay hơi thì quá trình bay hơi – ngưng tụ của ête đạt trạng thái cân bằng động : mật độ phân tử hơi ête không tăng nữa. Khi đó hơi ête ở phía trên bề mặt của ête lỏng gọi là *hơi bão hoà*.

b) Làm thí nghiệm với các chất lỏng khác, người ta cũng thấy hiện tượng xảy ra tương tự. Khi hơi khô càng xa trạng thái bão hoà, nó càng tuân theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt. Ở nhiệt độ không đổi, nếu giảm thể tích hơi khô thì mật độ các phân tử hơi ở phía trên bề mặt chất lỏng sẽ tăng và áp suất hơi tăng theo. Khi hơi bị bão hoà, áp suất của nó đạt giá trị cực đại và được gọi là *áp suất hơi bão hoà*.

Ví dụ : Ở 20°C, áp suất hơi bão hoà của nước là 17,54 mmHg, của rượu là 44,5 mmHg, của ête là 473 mmHg. Nhưng áp suất hơi bão hoà của nước ở 25°C chỉ bằng 23,8 mmHg và ở 30°C lại tăng lên tới 31,8 mmHg.

Áp suất hơi bão hoà không phụ thuộc thể tích và không tuân theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt, nó chỉ phụ thuộc bản chất và nhiệt độ của chất lỏng bay hơi. **C4**

C4 Tại sao áp suất hơi bão hoà không phụ thuộc thể tích và lại tăng theo nhiệt độ ?

3. Ứng dụng

Nước từ biển, sông, hồ,... không ngừng bay hơi tạo thành mây, sương mù, mưa, làm cho khí hậu điều hoà và cây cối phát triển. Sự bay hơi nước biển được sử dụng trong ngành sản xuất muối. Sự bay hơi của amôniac, frêôn,... được sử dụng trong kĩ thuật làm lạnh.

Bảng 38.3

Nhiệt độ sôi t_s của một số chất lỏng ở áp suất chuẩn.

Chất lỏng	t_s (°C)
Rượu	78,3
Nước	100
Xăng	80,2
Dầu hoả	290

Bảng 38.4

Nhiệt độ sôi t_s của nước phụ thuộc áp suất.

Áp suất (atm)	t_s (°C)
0,1	45
0,5	81
1	100
5	151
10	181

Bảng 38.5

Nhiệt hoá hơi riêng L của một số chất lỏng ở nhiệt độ sôi và áp suất chuẩn.

Chất lỏng	L(J/kg)
Nước	$2,3.10^6$
Amôniac	$1,4.10^6$
Rượu	$0,9.10^6$
Ête	$0,4.10^6$
Thuỷ ngân	$0,3.10^6$

III - SỰ SÔI

Quá trình chuyển từ thể lỏng sang thể khí xảy ra ở cả bên trong và trên bề mặt chất lỏng gọi là sự sôi.

1. Thí nghiệm

Làm thí nghiệm với các chất lỏng khác nhau, ta nhận thấy :

Dưới áp suất chuẩn, mỗi chất lỏng sôi ở nhiệt độ xác định và *không thay đổi* (Bảng 38.3).

Nhiệt độ sôi của chất lỏng còn phụ thuộc áp suất chất khí ở phía trên bề mặt chất lỏng. Áp suất chất khí càng lớn, nhiệt độ sôi càng cao và ngược lại (Bảng 38.4).

2. Nhiệt hoá hơi

Nhiệt lượng cung cấp cho khối chất lỏng trong quá trình sôi được gọi là *nhiệt hoá hơi* của khối chất lỏng ở nhiệt độ sôi. Nhiệt hoá hơi Q tỉ lệ thuận với khối lượng m của phần chất lỏng đã biến thành khí (hơi) ở nhiệt độ sôi :

$$Q = Lm \qquad (38.2)$$

trong đó hệ số tỉ lệ L là *nhiệt hoá hơi riêng* phụ thuộc bản chất của chất lỏng bay hơi. Đơn vị đo của L là *jun trên kilôgam* (J/kg).

Từ công thức (38.2) ta suy ra : Nhiệt hoá hơi riêng của một chất lỏng có độ lớn bằng nhiệt lượng cần cung cấp để làm bay hơi hoàn toàn 1 kg chất đó ở nhiệt độ sôi (Bảng 38.5).

- **Quá trình chuyển từ thể rắn sang thể lỏng gọi là sự nóng chảy. Quá trình chuyển ngược lại từ thể lỏng sang thể rắn gọi là sự đông đặc.**
- **Mỗi chất rắn kết tinh (ứng với một cấu trúc tinh thể) có nhiệt độ nóng chảy không đổi xác định ở mỗi áp suất cho trước. Các chất rắn vô định hình không có nhiệt độ nóng chảy xác định.**

Nhiệt lượng Q cung cấp cho chất rắn trong quá trình nóng chảy gọi là nhiệt nóng chảy :

$$Q = \lambda m$$

trong đó m là khối lượng của chất rắn, λ là nhiệt nóng chảy riêng của chất rắn và đo bằng J/kg.

- Quá trình chuyển từ thể lỏng sang thể khí (hơi) ở bề mặt chất lỏng gọi là sự bay hơi. Quá trình chuyển ngược lại từ thể khí sang thể lỏng gọi là sự ngưng tụ. Sự bay hơi xảy ra ở nhiệt độ bất kì và luôn kèm theo sự ngưng tụ.

  Khi tốc độ bay hơi lớn hơn tốc độ ngưng tụ, áp suất hơi tăng dần và hơi ở phía trên bề mặt chất lỏng là hơi khô. Hơi khô tuân theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt.

  Khi tốc độ bay hơi bằng tốc độ ngưng tụ, hơi ở phía trên bề mặt chất lỏng là hơi bão hoà có áp suất đạt giá trị cực đại gọi là áp suất hơi bão hoà. Áp suất hơi bão hoà không phụ thuộc thể tích và không tuân theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt, nó chỉ phụ thuộc bản chất và nhiệt độ của chất lỏng.

- Quá trình chuyển từ thể lỏng sang thể khí (hơi) xảy ra cả ở bên trong và trên bề mặt chất lỏng gọi là sự sôi.

  Mỗi chất lỏng sôi ở nhiệt độ xác định và không đổi.

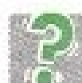
  Nhiệt độ sôi của chất lỏng phụ thuộc áp suất chất khí ở phía trên bề mặt chất lỏng. Áp suất chất khí càng lớn, nhiệt độ sôi của chất lỏng càng cao.

  Nhiệt lượng Q cung cấp cho khối chất lỏng trong khi sôi gọi là nhiệt hoá hơi của khối chất lỏng ở nhiệt độ sôi :

$$Q = Lm$$

trong đó m là khối lượng của phần chất lỏng biến thành hơi, L là nhiệt hoá hơi riêng của chất lỏng và đo bằng J/kg.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Sự nóng chảy là gì ? Tên gọi của quá trình ngược với sự nóng chảy là gì ? Nêu các đặc điểm của sự nóng chảy.

2. Nhiệt nóng chảy là gì ? Viết công thức tính nhiệt nóng chảy của vật rắn. Nêu tên và đơn vị đo của các đại lượng trong công thức này.

3. Sự bay hơi là gì ? Tên gọi của quá trình ngược với sự bay hơi là gì ?

4. Phân biệt hơi bão hoà với hơi khô. So sánh áp suất hơi bão hoà với áp suất hơi khô của chất lỏng ở cùng nhiệt độ.

5. Sự sôi là gì ? Nêu các đặc điểm của sự sôi. Phân biệt sự sôi và sự bay hơi.

6. Viết công thức tính nhiệt hoá hơi của chất lỏng. Nêu tên và đơn vị đo của các đại lượng trong công thức này.

7. Câu nào dưới đây là *không* đúng khi nói về sự nóng chảy của các chất rắn ?

A. Mỗi chất rắn kết tinh nóng chảy ở một nhiệt độ xác định không đổi ứng với một áp suất bên ngoài xác định.

B. Nhiệt độ nóng chảy của chất rắn kết tinh phụ thuộc áp suất bên ngoài.

C. Chất rắn kết tinh nóng chảy và đông đặc ở cùng một nhiệt độ xác định không đổi.

D. Chất rắn vô định hình cũng nóng chảy ở một nhiệt độ xác định không đổi.

8. Nhiệt nóng chảy riêng của đồng là $1,8.10^5$ J/kg. Câu nào dưới đây là đúng ?

A. Khối đồng sẽ toả ra nhiệt lượng $1,8.10^5$ J khi nóng chảy hoàn toàn.

B. Mỗi kilôgam đồng cần thu nhiệt lượng $1,8.10^5$ J để hoá lỏng hoàn toàn ở nhiệt độ nóng chảy.

C. Khối đồng cần thu nhiệt lượng $1,8.10^5$ J để hoá lỏng.

D. Mỗi kilôgam đồng toả ra nhiệt lượng $1,8.10^5$ J khi hoá lỏng hoàn toàn.

9. Câu nào dưới đây là *không* đúng khi nói về sự bay hơi của các chất lỏng ?

A. Sự bay hơi là quá trình chuyển từ thể lỏng sang thể khí xảy ra ở bề mặt chất lỏng.

B. Quá trình chuyển ngược lại từ thể khí sang thể lỏng là sự ngưng tụ. Sự ngưng tụ luôn xảy ra kèm theo sự bay hơi.

C. Sự bay hơi là quá trình chuyển từ thể lỏng sang thể khí xảy ra ở cả bên trong và trên bề mặt chất lỏng.

D. Sự bay hơi của chất lỏng xảy ra ở nhiệt độ bất kì.

10. Nhiệt hoá hơi riêng của nước là $2,3.10^6$ J/kg. Câu nào dưới đây là đúng ?

A. Một lượng nước bất kì cần thu một lượng nhiệt là $2,3.10^6$ J để bay hơi hoàn toàn.

B. Mỗi kilôgam nước cần thu một lượng nhiệt là $2,3.10^6$ J để bay hơi hoàn toàn.

C. Mỗi kilôgam nước sẽ toả ra một lượng nhiệt là $2,3.10^6$ J khi bay hơi hoàn toàn ở nhiệt độ sôi.

D. Mỗi kilôgam nước cần thu một lượng nhiệt là $2,3.10^6$ J để bay hơi hoàn toàn ở nhiệt độ sôi và áp suất chuẩn.

11. Một bình cầu thuỷ tinh chứa (không đầy) một lượng nước nóng có nhiệt độ khoảng 80°C và được nút kín. Dội nước lạnh lên phần trên gần cổ bình, ta thấy nước trong bình lại sôi. Giải thích tại sao ?

12. Ở áp suất chuẩn (1 atm) có thể đun nước nóng đến 120°C được không ?

13. Ở trên núi cao người ta không thể luộc chín trứng trong nước sôi. Tại sao ?

14. Tính nhiệt lượng cần cung cấp cho 4 kg nước đá ở 0°C để chuyển nó thành nước ở 20°C. Nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là $3,4.10^5$ J/kg và nhiệt dung riêng của nước là 4 180 J/(kg.K).

15. Tính nhiệt lượng cần cung cấp cho miếng nhôm khối lượng 100 g ở nhiệt độ 20°C, để nó hoá lỏng ở nhiệt độ 658°C. Nhôm có nhiệt dung riêng là 896 J/(kg.K), nhiệt nóng chảy riêng là $3,9.10^5$ J/kg.

39 ĐỘ ẨM CỦA KHÔNG KHÍ

Các em có biết "Độ ẩm 82%" ghi trong mục "Dự báo thời tiết" của chương trình truyền hình VTV3 buổi sáng có ý nghĩa gì không ?



Hình 39.1

I - ĐỘ ẨM TUYỆT ĐỐI VÀ ĐỘ ẨM CỰC ĐẠI

1. Độ ẩm tuyệt đối

Độ ẩm tuyệt đối a của không khí trong khí quyển là đại lượng đo bằng khối lượng *m* (tính ra gam) của hơi nước có trong 1 m^3 không khí. Đơn vị đo của *a* là g/m^3.

2. Độ ẩm cực đại

Nếu độ ẩm tuyệt đối của không khí càng cao thì lượng hơi nước có trong 1 m^3 không khí càng lớn. Khi đó áp suất riêng phần *p* của hơi nước trong không khí (tức là áp suất do riêng lượng hơi nước có trong không khí gây ra) càng lớn.

Ở một nhiệt độ cho trước, áp suất riêng phần *p* của hơi nước trong không khí không thể lớn hơn áp suất p_{bh} của hơi nước bão hoà ở nhiệt độ đó. Vì thế độ ẩm tuyệt đối của không khí ở trạng thái bão hoà hơi nước có giá trị lớn nhất và được gọi là *độ ẩm cực đại A*.

Độ ẩm cực đại *A* có độ lớn bằng khối lượng riêng của hơi nước bão hoà tính theo đơn vị g/m^3. Giá trị của *A* tăng theo nhiệt độ. **C1**

Bảng 39.1
Áp suất hơi nước bão hoà p_{bh} và khối lượng riêng ρ của nó.

t (°C)	p_{bh} (mmHg)	ρ (g/m³)
0	4,58	4,84
5	6,54	6,80
10	9,21	9,40
15	12,79	12,80
20	17,54	17,30
23	21,07	20,60
25	23,76	23,00
27	26,74	25,81
28	28,35	27,20
30	31,82	30,29

C1 Dựa vào Bảng 39.1, hãy xác định độ ẩm cực đại *A* của không khí ở 30°C.

II - ĐỘ ẨM TỈ ĐỐI

Độ ẩm tuyệt đối chưa cho biết mức độ ẩm của không khí, vì ở nhiệt độ càng thấp thì hơi nước trong không khí càng dễ đạt trạng thái bão hoà. Khi đó độ ẩm tuyệt đối càng gần với độ ẩm cực đại. Như vậy, để mô tả mức độ ẩm của không khí người ta phải dùng một đại lượng gọi là *độ ẩm tỉ đối f* (hay còn gọi là *độ ẩm tương đối*).

Độ ẩm tỉ đối f của không khí là đại lượng đo bằng tỉ số phần trăm giữa độ ẩm tuyệt đối a và độ ẩm cực đại A của không khí ở cùng nhiệt độ :

$$f = \frac{a}{A}.100\% \qquad (39.1)$$

Trong khí tượng học, độ ẩm tỉ đối f được tính gần đúng theo công thức :

$$f \approx \frac{p}{p_{bh}}.100\% \qquad (39.2)$$

Không khí càng ẩm, độ ẩm tỉ đối càng lớn. Ở nước ta, độ ẩm tỉ đối có thể tăng từ 95 tới 98% trong những ngày ẩm ướt và giảm xuống dưới 70% trong những ngày khô ráo. **C2**

C2 Với cùng độ ẩm tuyệt đối a, nếu nhiệt độ không khí tăng thì độ ẩm tỉ đối f tăng hay giảm ?

Có thể đo độ ẩm của không khí bằng các *ẩm kế* : *ẩm kế tóc, ẩm kế khô - ướt, ẩm kế điểm sương.*

Ví dụ :

Giả sử không khí ở 25°C có độ ẩm tuyệt đối là 17,30 g/m³. Hãy xác định độ ẩm cực đại và độ ẩm tỉ đối của không khí ở 25°C.

Giải : Độ ẩm cực đại A ở 25°C đúng bằng khối lượng riêng của hơi nước bão hoà trong không khí ở cùng nhiệt độ này. Theo Bảng 39.1, ta xác định được :

$$A = 23,00 \text{ g/m}^3$$

Từ đó suy ra độ ẩm tỉ đối của không khí ở 25°C bằng :

$$f = \frac{a}{A} = \frac{17,30}{23,00} = 75,2\%$$

III - ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ ẨM KHÔNG KHÍ

Độ ẩm tỉ đối của không khí càng nhỏ, sự bay hơi qua lớp da càng nhanh, thân người càng dễ bị lạnh. Ở 30°C, con người vẫn cảm thấy dễ chịu khi độ ẩm tỉ đối bằng khoảng 25% và cảm thấy nóng bức khi độ ẩm tỉ đối vượt quá 80%. Còn ở 18°C, con người cảm thấy lạnh khi độ ẩm tỉ đối là 25% và cảm thấy mát mẻ khi độ ẩm tỉ đối vượt quá 60%.

Độ ẩm tỉ đối cao hơn 80% tạo điều kiện cho cây cối phát triển, nhưng lại dễ làm ẩm mốc, hư hỏng các máy và dụng cụ quang học, điện tử, cơ khí, khí tài quân sự, lương thực, thực phẩm trong các kho chứa.

Để chống ẩm, người ta phải thực hiện nhiều biện pháp như dùng chất hút ẩm, sấy nóng, thông gió, bôi dầu mỡ lên các chi tiết máy bằng kim loại, phủ lớp chất dẻo lên các bản mạch điện tử,...

- **Độ ẩm tuyệt đối *a* của không khí là đại lượng đo bằng khối lượng hơi nước (tính ra gam) chứa trong 1 m^3 không khí. Độ ẩm cực đại *A* là độ ẩm tuyệt đối của không khí chứa hơi nước bão hoà, giá trị của nó tăng theo nhiệt độ. Đơn vị đo của các đại lượng này đều là g/m^3.**
- **Độ ẩm tỉ đối *f* của không khí là đại lượng đo bằng tỉ số phần trăm giữa độ ẩm tuyệt đối *a* và độ ẩm cực đại *A* của không khí ở cùng nhiệt độ :**

$$f = \frac{a}{A}.100\%$$

hoặc tính gần đúng bằng tỉ số phần trăm giữa áp suất riêng phần *p* của hơi nước và áp suất p_{bh} của hơi nước bão hoà trong không khí ở cùng một nhiệt độ :

$$f \approx \frac{p}{p_{bh}}.100\%$$

Không khí càng ẩm thì độ ẩm tỉ đối của nó càng cao.
- **Có thể đo độ ẩm của không khí bằng các loại ẩm kế.**

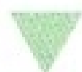
CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Độ ẩm tuyệt đối là gì ? Độ ẩm cực đại là gì ? Nói rõ đơn vị đo của các đại lượng này.

2. Độ ẩm tỉ đối là gì ? Viết công thức và nêu ý nghĩa của đại lượng này.

3. Viết công thức tính gần đúng của độ ẩm tỉ đối dùng trong khí tượng học.



4. Khi nói về độ ẩm tuyệt đối, câu nào dưới đây là đúng ?

A. Độ ẩm tuyệt đối của không khí có độ lớn bằng khối lượng (tính ra kilôgam) của hơi nước có trong 1 m^3 không khí.

B. Độ ẩm tuyệt đối của không khí có độ lớn bằng khối lượng (tính ra gam) của hơi nước có trong 1 cm^3 không khí.

C. Độ ẩm tuyệt đối của không khí có độ lớn bằng khối lượng (tính ra gam) của hơi nước có trong 1 m^3 không khí.

D. Độ ẩm tuyệt đối của không khí có độ lớn bằng khối lượng (tính ra kilôgam) của hơi nước có trong 1 cm^3 không khí.

5. Khi nói về độ ẩm cực đại, câu nào dưới đây là *không* đúng ?

A. Khi làm nóng không khí, lượng hơi nước trong không khí tăng và không khí có độ ẩm cực đại.

B. Khi làm lạnh không khí đến một nhiệt độ nào đó, hơi nước trong không khí trở nên bão hoà và không khí có độ ẩm cực đại.

C. Độ ẩm cực đại là độ ẩm của không khí bão hoà hơi nước.

D. Độ ẩm cực đại có độ lớn bằng khối lượng riêng của hơi nước bão hoà trong không khí tính theo đơn vị g/m^3.

6. Ở cùng một nhiệt độ và áp suất, không khí khô nặng hơn hay không khí ẩm nặng hơn ? Tại sao ? Cho biết khối lượng mol của không khí là $\mu = 29\ g/mol$

A. Không khí khô nặng hơn. Vì cùng nhiệt độ và áp suất thì không khí có khối lượng lớn hơn.

B. Không khí ẩm nặng hơn. Vì cùng nhiệt độ và áp suất thì nước có khối lượng lớn hơn.

C. Không khí khô nặng hơn. Vì ở cùng nhiệt độ và áp suất thì không khí khô có khối lượng riêng lớn hơn khối lượng riêng của không khí ẩm.

D. Không khí ẩm nặng hơn. Vì ở cùng nhiệt độ và áp suất thì không khí ẩm có khối lượng riêng lớn hơn khối lượng riêng của không khí khô.

7. Mặt ngoài của một cốc thuỷ tinh đang đựng nước đá thường có nước đọng thành giọt và làm ướt mặt cốc. Giải thích tại sao ?

8. Không khí ở 30°C có độ ẩm tuyệt đối là 21,53 g/m^3. Hãy xác định độ ẩm cực đại và suy ra độ ẩm tỉ đối của không khí ở 30°C.

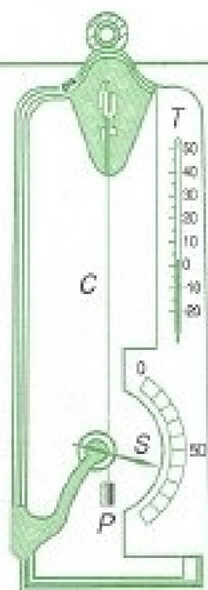
9. Buổi sáng, nhiệt độ không khí là 23°C và độ ẩm tỉ đối là 80%. Buổi trưa, nhiệt độ không khí là 30°C và độ ẩm tỉ đối là 60%. Hỏi vào buổi nào không khí chứa nhiều hơi nước hơn ?

Em có biết ?

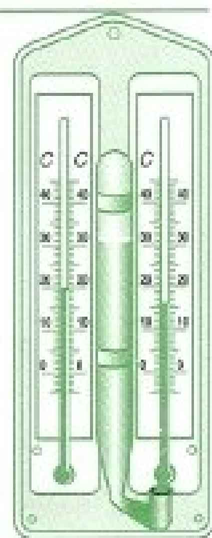
CÁC LOẠI ẨM KẾ

1. Ẩm kế tóc (Hình 39.2). Cấu tạo của ẩm kế tóc gồm sợi tóc *C* có đầu trên buộc cố định, đầu dưới vắt qua một ròng rọc nhỏ và buộc vào vật nặng *P*. Nếu độ ẩm tỉ đối của không khí tăng (hoặc giảm) thì sợi tóc *C* bị dãn ra (hoặc co lại) và làm quay ròng rọc, do đó kim *S* gắn với trục của ròng rọc sẽ quay theo trên mặt chia độ ghi sẵn các giá trị của độ ẩm tỉ đối.

Ẩm kế tóc là loại ẩm kế đơn giản nhất dùng để đo độ ẩm tỉ đối của không khí, nhưng có độ chính xác không cao.

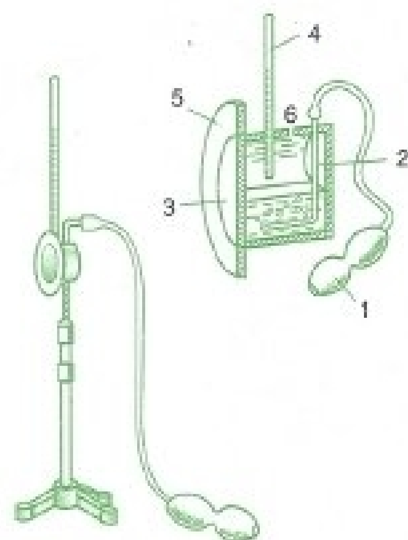


Hình 39.2
Ẩm kế tóc


Hình 39.3
Ẩm kế khô – ướt

2. Ẩm kế khô - ướt (Hình 39.3). Cấu tạo của ẩm kế khô - ướt gồm hai nhiệt kế : *nhiệt kế khô* và *nhiệt kế ướt*. Nhiệt kế ướt là nhiệt kế có bầu được quấn quanh bằng một lớp vải mỏng ướt do đầu dưới của lớp vải nhúng trong một cốc nước nhỏ. Nhiệt kế khô chỉ nhiệt độ không khí t_k và nhiệt kế ướt chỉ nhiệt độ bay hơi t_a của nước ở trạng thái bão hoà. Nếu không khí càng khô thì độ ẩm tỉ đối càng nhỏ, nên nước bay hơi từ lớp vải ướt càng nhanh và bầu nhiệt kế ướt bị lạnh càng nhiều : t_a càng nhỏ so với t_k. Như vậy, hiệu nhiệt độ $(t_k - t_a)$ phụ thuộc độ ẩm tỉ đối f của không khí.

Biết được hiệu nhiệt độ $(t_k - t_a)$, ta có thể dùng bảng tra cứu để xác định độ ẩm tỉ đối f của không khí ứng với nhiệt độ t_k chỉ trên nhiệt kế khô.

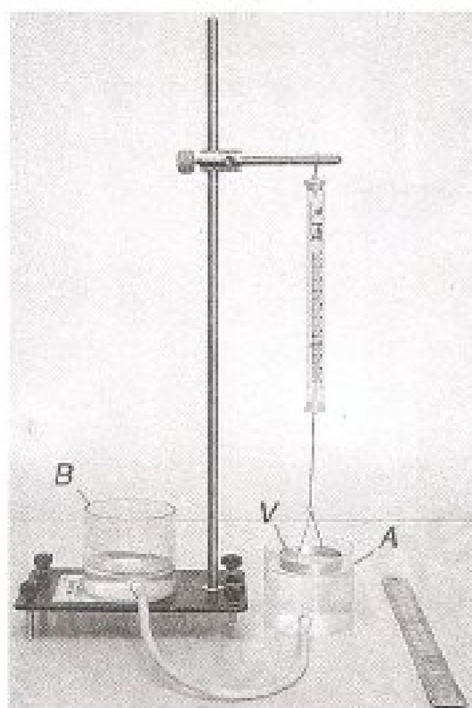


Hình 39.4
Ẩm kế điểm sương

3. Ẩm kế điểm sương (Hình 39.4). Cấu tạo của ẩm kế điểm sương gồm bình trụ 3 bằng kim loại mạ sáng bóng đặt nằm ngang và bên trong chứa một phần ête lỏng. Đầu dưới của ống 2 có nhiều lỗ nhỏ được nhúng vào ête lỏng trong bình 3, đầu trên của ống 2 nối với quả bóp cao su 1 dùng để bơm không khí vào bình 3, làm ête bay hơi nhanh và thoát ra ngoài qua lỗ 6, do đó nhiệt độ của bình 3 bị giảm nhanh. Khi nhiệt độ bình 3 giảm xuống tới nhiệt độ t_0 nào đó, hơi nước trong lớp không khí ở sát mặt bình 3 trở nên bão hoà và đọng thành sương. Nhiệt độ t_0 được gọi là *điểm sương*. Để dễ quan sát lúc sương xuất hiện trên mặt trước của bình 3, người ta lắp thêm vành tròn 5 bằng kim loại có mặt được mạ sáng bóng và đặt cách li với bình 3 ở mặt trước của nó.

Đọc điểm sương t_0 trên nhiệt kế 4 và dựa vào Bảng 39.1, ta có thể xác định được độ ẩm tỉ đối f của không khí ở nhiệt độ cho trước với độ chính xác khá cao.

40 THỰC HÀNH : XÁC ĐỊNH HỆ SỐ CĂNG BỀ MẶT CỦA CHẤT LỎNG



Hình 40.1. Bộ thí nghiệm xác định hệ số căng bề mặt của chất lỏng.

I - MỤC ĐÍCH

– Khảo sát hiện tượng căng bề mặt của chất lỏng.

– Xác định hệ số căng bề mặt của nước.

II - DỤNG CỤ THÍ NGHIỆM

1. Lực kế 0,1 N có độ chia nhỏ nhất 0,001 N.

2. Vòng kim loại (nhôm) có dây treo.

3. Hai cốc nhựa *A*, *B* đựng nước, nối thông nhau bằng một ống cao su (silicon).

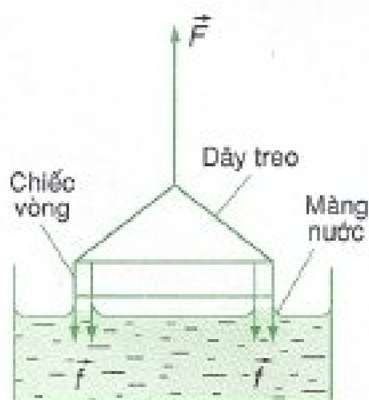
4. Thước kẹp (thước cặp) 0 ÷ 150 mm, có độ chia nhỏ nhất 0,1 mm, hoặc 0,05 ; 0,02 mm.

5. Giá treo lực kế.

III - CƠ SỞ LÍ THUYẾT

Mặt thoáng của chất lỏng luôn có các lực căng, theo phương tiếp tuyến với mặt thoáng. Những lực căng này làm cho mặt thoáng của chất lỏng có khuynh hướng co lại đến diện tích nhỏ nhất. Chúng được gọi là những *lực căng bề mặt* của chất lỏng.

Có nhiều phương pháp xác định lực căng bề mặt. Trong bài này ta dùng một lực kế nhạy (loại 0,1 N), treo một chiếc vòng bằng nhôm có tính dính ướt hoàn toàn đối với chất lỏng cần đo (Hình 40.2).



Hình 40.2

Nhúng đáy chiếc vòng nhôm chạm vào mặt chất lỏng, rồi kéo nó lên mặt thoáng. Khi đáy chiếc vòng vừa được nâng lên trên mặt thoáng, nó không bị bứt ngay ra khỏi chất lỏng : một màng chất lỏng xuất hiện, bám quanh chu vi ngoài và chu vi trong của chiếc vòng, có khuynh hướng kéo chiếc vòng vào chất lỏng. Lực F_c do màng chất lỏng tác dụng vào chiếc vòng đúng bằng tổng lực căng bề mặt của chất lỏng tác dụng lên chu vi ngoài và chu vi trong của chiếc vòng.

Do chiếc vòng nhôm bị chất lỏng dính ướt hoàn toàn, nên khi kéo chiếc vòng lên khỏi mặt thoáng, làm xuất hiện một màng chất lỏng căng giữa đáy chiếc vòng và mặt thoáng, lực căng $\vec{F}_c$ có cùng phương chiều với trọng lực $\vec{P}$ của chiếc vòng. Giá trị lực F đo được trên lực kế bằng tổng độ lớn của hai lực này :

$$F = F_c + P$$

Đo P và F, ta xác định được độ lớn của lực căng bề mặt F_c tác dụng lên chiếc vòng.

Gọi L_1 là chu vi ngoài và L_2 là chu vi trong của chiếc vòng, ta tính được hệ số căng bề mặt σ của chất lỏng ở nhiệt độ nghiên cứu theo công thức :

$$\sigma = \frac{F_c}{L_1 + L_2} = \frac{F - P}{\pi(D + d)}$$

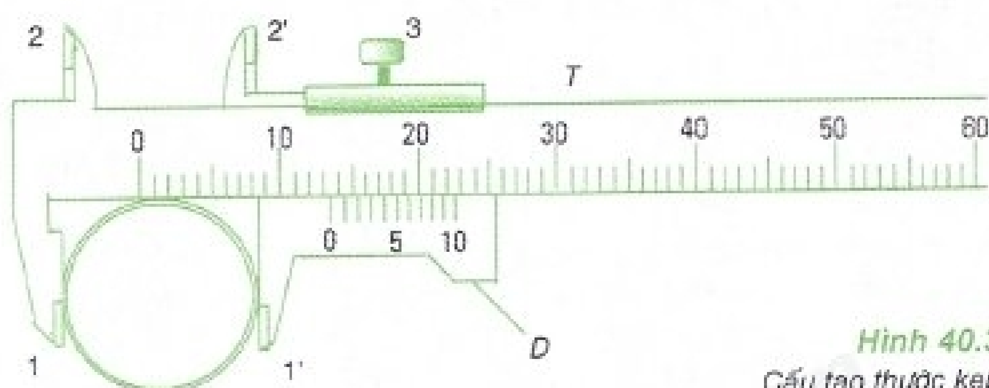
ở đây D và d là đường kính ngoài và đường kính trong của chiếc vòng.

IV – GIỚI THIỆU DỤNG CỤ ĐO

1. Chiếc vòng kim loại (nhôm) dùng trong thí nghiệm này là loại vật rắn có tính dính ướt hoàn toàn đối với chất lỏng cần nghiên cứu (nước). Trước khi đo cần lau sạch các chất bẩn bám vào mặt chiếc vòng để có kết quả đo chính xác.

2. Thước kẹp dùng đo chu vi ngoài và chu vi trong của chiếc vòng là loại dụng cụ đo độ dài chính xác hơn thước milimét. Độ chia nhỏ nhất của thước kẹp, tuỳ loại, có thể đạt tới 0,1 ; 0,05 hoặc 0,02 mm.

Thước kẹp dùng trong thí nghiệm này có thể đo độ dài từ 0 đến 150 mm. Nó gồm một thân thước chính dạng chữ T (Hình 40.3), trên thân thước khắc vạch từ 0 đến 150, mỗi vạch cách nhau 1 mm. Có một thước D nhỏ hơn ôm lấy thân thước chính, có thể trượt dọc theo thân thước chính, gọi là du xích.



Hình 40.3
Cấu tạo thước kẹp

Thước nhỏ trên du xích được chia đều thành N độ chia, sao cho độ dài của N độ chia của thước này đúng bằng độ dài của ($kN - 1$) độ chia trên thước chính ($k = 1, 2$).

Độ chia nhỏ nhất Δ của thước kẹp tính theo công thức :

$$\Delta = \frac{1}{N} \text{ (mm)}$$

Ví dụ : $N = 10$ $\quad \Delta = 0{,}1$ mm

$N = 20$ $\quad \Delta = 0{,}05$ mm

$N = 50$ $\quad \Delta = 0{,}02$ mm

Đầu đo thước chính T có hai hàm kẹp 1, 2 cố định. Hai hàm kẹp di động 1' – 2' gắn với đầu của du xích. Hai đầu 1 – 1' dùng đo kích thước ngoài, còn hai đầu 2 – 2' dùng đo kích thước trong của các vật.

Ví dụ : Cần đo độ dài đường kính D của một vòng kim loại, ta nới nhẹ vít 3 để có thể kéo du xích trượt trên thân thước T, rồi kẹp chiếc vòng giữa hai hàm kẹp 1 – 1' (Hình 40.3). Vặn nhẹ vít 3 để cố định vị trí của du xích. Cách đọc giá trị độ dài đường kính D như sau :

Ban đầu khi chưa có vòng, hàm kẹp di động 1' nằm sát với hàm kẹp cố định 1, thì vạch số 0 trên thước chính T trùng với vạch số 0 của du xích. Sau khi kẹp chiếc vòng, vạch 0 của du xích trượt sang phải, vượt qua vạch thứ n trên thước chính. Như vậy, ta xác định được phần nguyên của độ dài đường kính D bằng n milimét. Cách đọc phần lẻ của D như sau : Quan sát hai dãy vạch đối diện nhau trên du xích và trên thước chính, tìm xem có cặp vạch nào trùng nhau hoặc nằm đối diện sát nhau nhất, giả sử là vạch thứ m trên du xích. Phần lẻ của độ dài đường kính D được tính bằng $m.\Delta$(mm), trong đó Δ là giá trị của độ chia nhỏ nhất của thước kẹp, được ghi ngay trên thước kẹp. Kết quả :

$$D = n + m.\Delta \text{ (mm)}$$

Trên Hình 40.3, độ dài đường kính D đo được là :

$$D = 13,7 \pm 0,1 \text{ mm}$$

V - TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM

1. Đo lực căng F_c

a) Lau sạch chiếc vòng bằng giấy mềm. Móc dây treo chiếc vòng vào lực kế 0,1 N, rồi treo lực kế vào thanh ngang của giá đỡ để đo trọng lượng P của chiếc vòng (Hình 40.1). Lặp lại phép đo P thêm 4 lần và ghi các giá trị đo được vào Bảng 40.1.

b) Đặt hai cốc A, B có ống cao su nối thông nhau lên mặt bàn. Đổ chất lỏng cần xác định hệ số căng mặt ngoài (nước cất, hoặc nước sạch) vào hai cốc, sao cho lượng nước chiếm khoảng 50% dung tích mỗi cốc. Đặt cốc A ngay dưới vòng nhôm đang treo trên lực kế (Hình 40.1). Đặt cốc B lên mặt tấm đế của giá đỡ (mặt tấm đế cao hơn mặt bàn khoảng 30 mm). Sau khi mức nước trong hai cốc ngang bằng nhau, nới vít hãm khớp đa năng để hạ lực kế xuống thấp dần sao cho mặt đáy của chiếc vòng nằm cách mặt nước khoảng 0,5 cm. Điều chỉnh dây treo chiếc vòng sao cho mặt đáy của chiếc vòng song song với mặt nước.

c) Kéo nhẹ móc treo vật của lực kế để cho đáy chiếc vòng nhôm chạm đều vào mặt nước, rồi buông tay ra. Dưới tác dụng của lực căng bề mặt, vòng nhôm bị màng nước bám quanh đáy vòng giữ lại.

d) Hạ cốc B xuống mặt bàn để nước trong cốc A lại từ từ chảy sang cốc B. Quan sát chiếc vòng và lực kế, ta thấy mặt nước trong cốc A hạ dần xuống và chiếc vòng bị kéo xuống theo, làm cho số chỉ trên lực kế tăng dần. Cho đến khi bắt đầu xuất hiện một màng chất lỏng bám quanh chu vi đáy chiếc vòng ở vị trí cao hơn mặt thoáng, thì số chỉ trên lực kế không tăng nữa, mặc dù mặt chất lỏng tiếp tục hạ xuống và màng chất lỏng bám quanh chiếc vòng tiếp tục bị kéo dài ra, trước khi nó bị đứt đứt. Giá trị lực F chỉ trên lực kế ở thời điểm ngay trước khi màng chất lỏng bị đứt, đúng bằng tổng của trọng lượng P của chiếc vòng và độ lớn F_c của lực căng bề mặt chất lỏng tác dụng lên chu vi ngoài và chu vi trong của chiếc vòng. Ghi giá trị của lực F vào Bảng 40.1.

e) Đặt lại cốc B lên mặt tấm đế và lặp lại thêm 4 lần các bước c) và d). Ghi các giá trị lực F đo được vào Bảng 40.1.

2. Đo đường kính ngoài và đường kính trong của chiếc vòng

a) Dùng thước kẹp đo 5 lần đường kính ngoài D và đường kính trong d của chiếc vòng. Ghi kết quả đo được vào Bảng 40.2.

Chú ý : Trong trường hợp đáy chiếc vòng được vát mỏng sao cho $D \approx d$ thì tổng chu vi của chiếc vòng có thể xác định theo công thức $L_1 + L_2 \approx 2\pi D$. Như vậy ta chỉ cần đo đường kính ngoài D của chiếc vòng.

b) Kết thúc thí nghiệm : Nhấc chiếc vòng ra khỏi lực kế, lau khô và cất nó vào trong hộp nhựa sạch.

BÁO CÁO THỰC HÀNH

Họ và tên : .... ; Lớp : .... ; Ngày : ....

Tên bài thực hành : ....

1. Trả lời câu hỏi

a) Nêu ví dụ về hiện tượng dính ướt và hiện tượng không dính ướt của chất lỏng ?

b) Lực căng bề mặt là gì ? Nêu phương pháp dùng lực kế xác định lực căng bề mặt và xác định hệ số căng bề mặt ? Viết công thức thực nghiệm xác định hệ số căng bề mặt theo phương pháp này ?

2. Kết quả

Bảng 40.1

Độ chia nhỏ nhất của lực kế : ..... (N)				
Lần đo	P (N)	F (N)	$F_c = F - P$ (N)	ΔF_c (N)
1				
2				
3				
4				
5				
Giá trị trung bình				

Bảng 40.2

Độ chia nhỏ nhất của thước kẹp : ..... (mm)				
Lần đo	D (mm)	ΔD (mm)	d (mm)	Δd (mm)
1				
2				
3				
4				
5				
Giá trị trung bình				

a) Tính các giá trị trung bình, sai số tuyệt đối của mỗi lần đo, sai số tuyệt đối trung bình của lực F_c và của các đường kính D, d. Ghi các kết quả tính được vào Bảng 40.1 và Bảng 40.2.

b) Tính giá trị trung bình của hệ số căng bề mặt của nước :

$$\bar{\sigma} = \frac{\overline{F_c}}{\pi(\bar{D} + \bar{d})} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

c) Tính sai số tỉ đối của phép đo :

$$\delta\sigma = \frac{\Delta\sigma}{\bar{\sigma}} = \frac{\Delta F_c}{\overline{F_c}} + \frac{\Delta\pi}{\pi} + \frac{\Delta D + \Delta d}{\bar{D} + \bar{d}} = \ldots\ldots\ldots$$

trong đó : $\Delta F_c = \overline{\Delta F_c} + 2\Delta F'$

($\Delta F'$ là sai số dụng cụ của lực kế, lấy bằng một nửa độ chia nhỏ nhất của lực kế).

$$\Delta D = \overline{\Delta D} + \Delta D' \;\; ; \;\; \Delta d = \overline{\Delta d} + \Delta d'$$

($\Delta D'$ và $\Delta d'$ là sai số dụng cụ của thước kẹp, lấy bằng một độ chia nhỏ nhất của thước kẹp).

d) Tính sai số tuyệt đối của phép đo :

$$\Delta\sigma = \bar{\sigma}\,\delta\sigma = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

e) Viết kết quả xác định hệ số căng bề mặt của nước :

$$\sigma = \bar{\sigma} \pm \Delta\sigma = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Chú ý : Giá trị của σ phụ thuộc nhiệt độ và độ tinh khiết của nước.

CÂU HỎI

1. Có thể dùng lực kế nhạy để đo lực căng bề mặt và hệ số căng bề mặt của chất lỏng không dính ướt theo như phương pháp nêu trong bài được không ?

2. Trong bài thí nghiệm này, tại sao khi mức nước trong bình *A* hạ thấp dần thì giá trị chỉ trên lực kế lại tăng dần ?

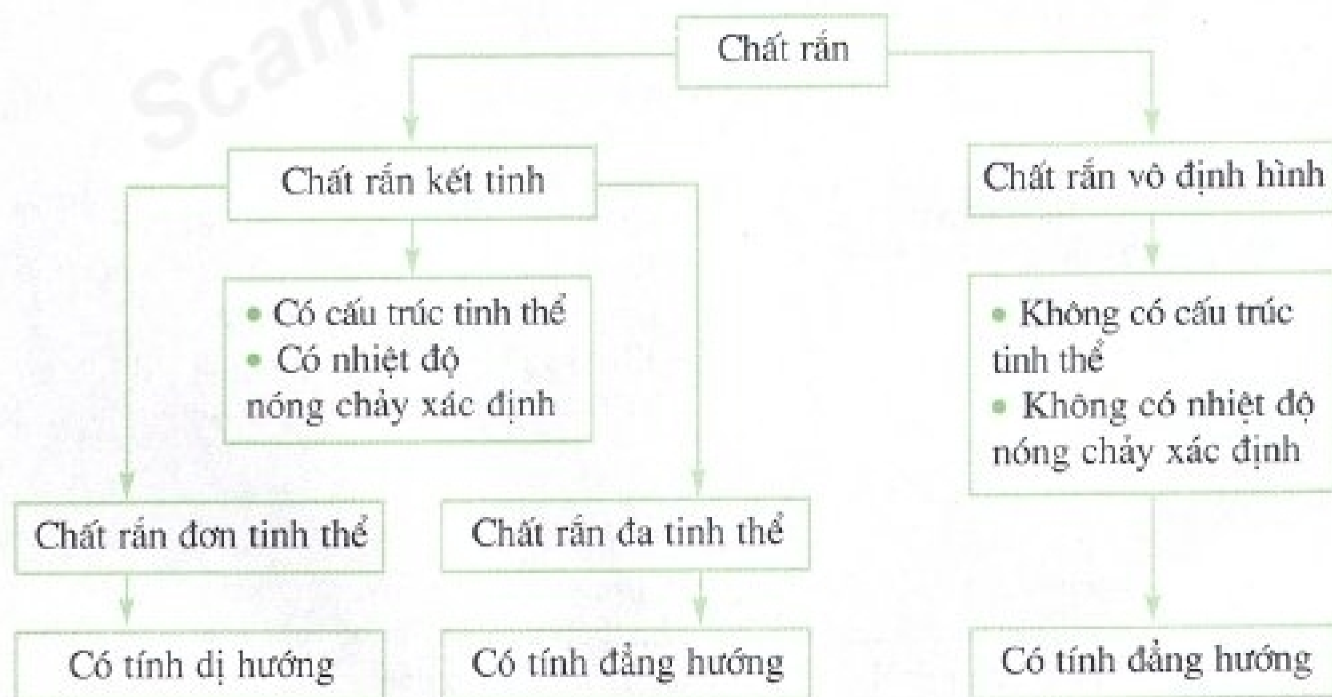
3. So sánh giá trị của hệ số căng bề mặt xác định được trong thí nghiệm này với giá trị hệ số căng bề mặt σ của nước cất ở 20°C ghi trong Bảng 37.1, sách giáo khoa ? Nếu có sai lệch thì nguyên nhân từ đâu ?

4. Sai số của phép đo hệ số căng bề mặt σ trong bài thực hành này chủ yếu gây ra do nguyên nhân nào ?

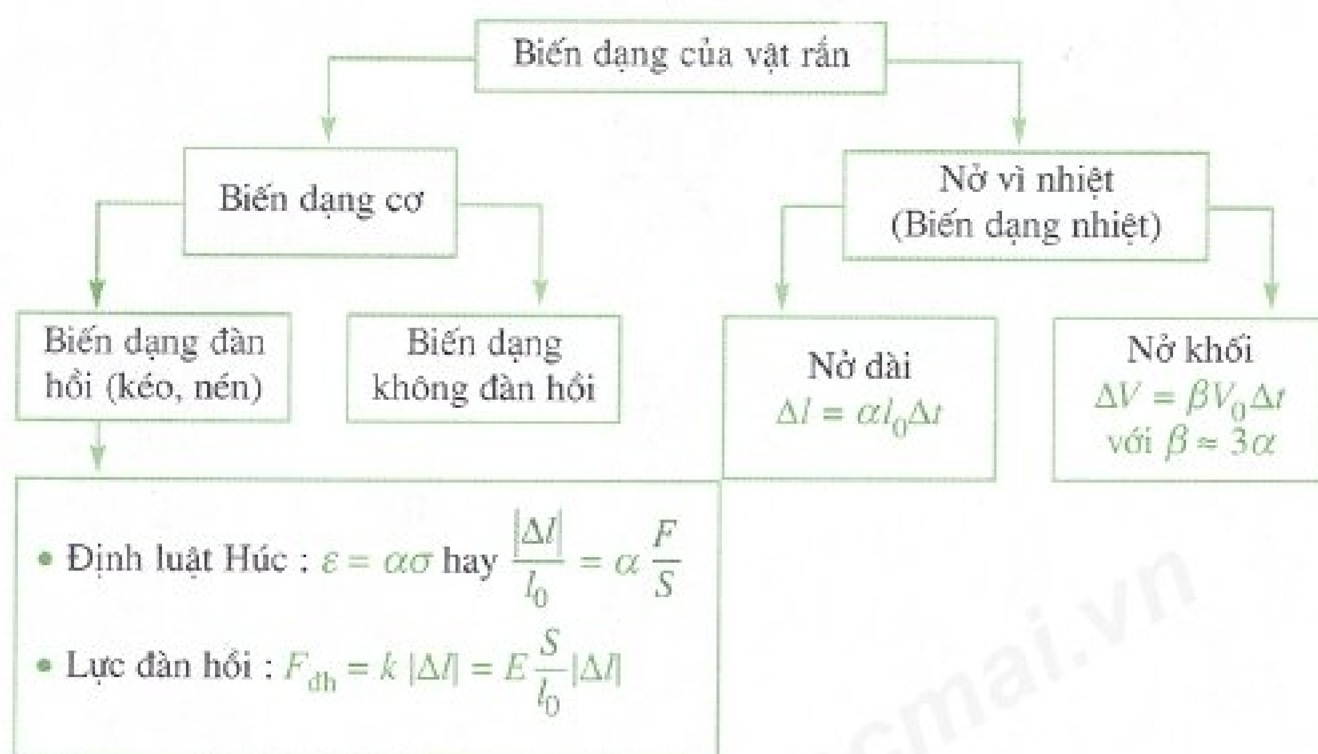


TỔNG KẾT CHƯƠNG VII
CHẤT RẮN VÀ CHẤT LỎNG
SỰ CHUYỂN THỂ

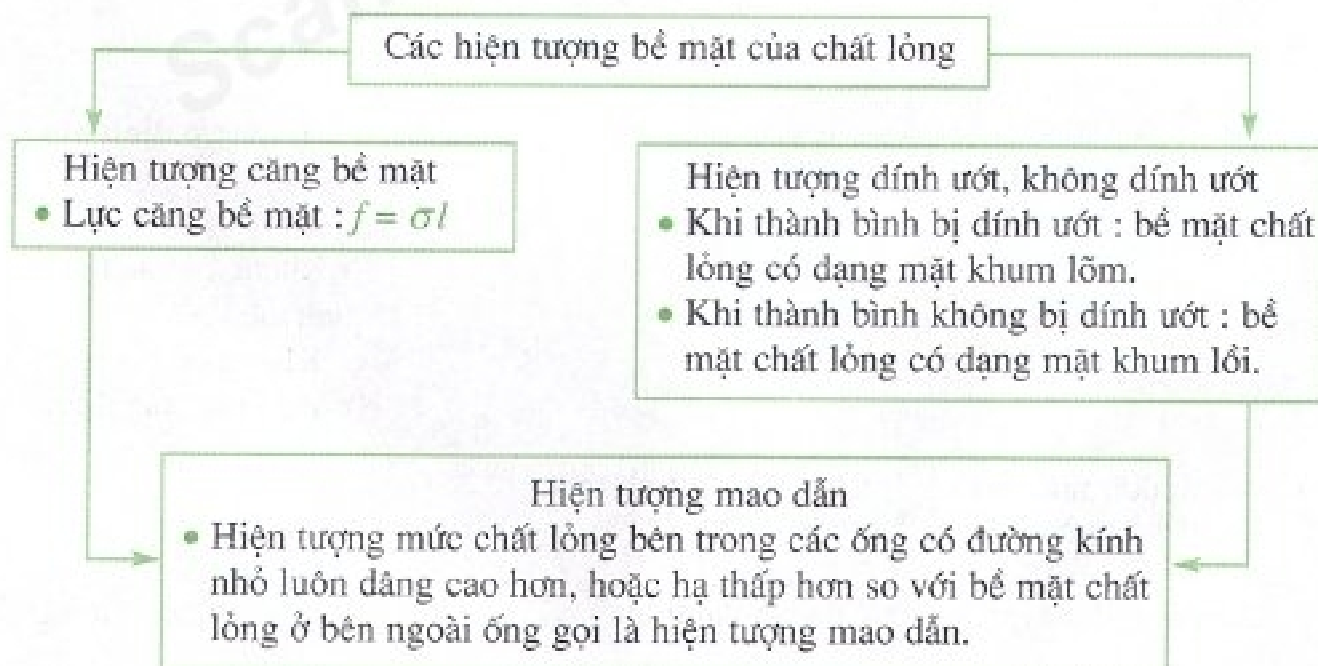
I – CHẤT RẮN KẾT TINH VÀ CHẤT RẮN VÔ ĐỊNH HÌNH



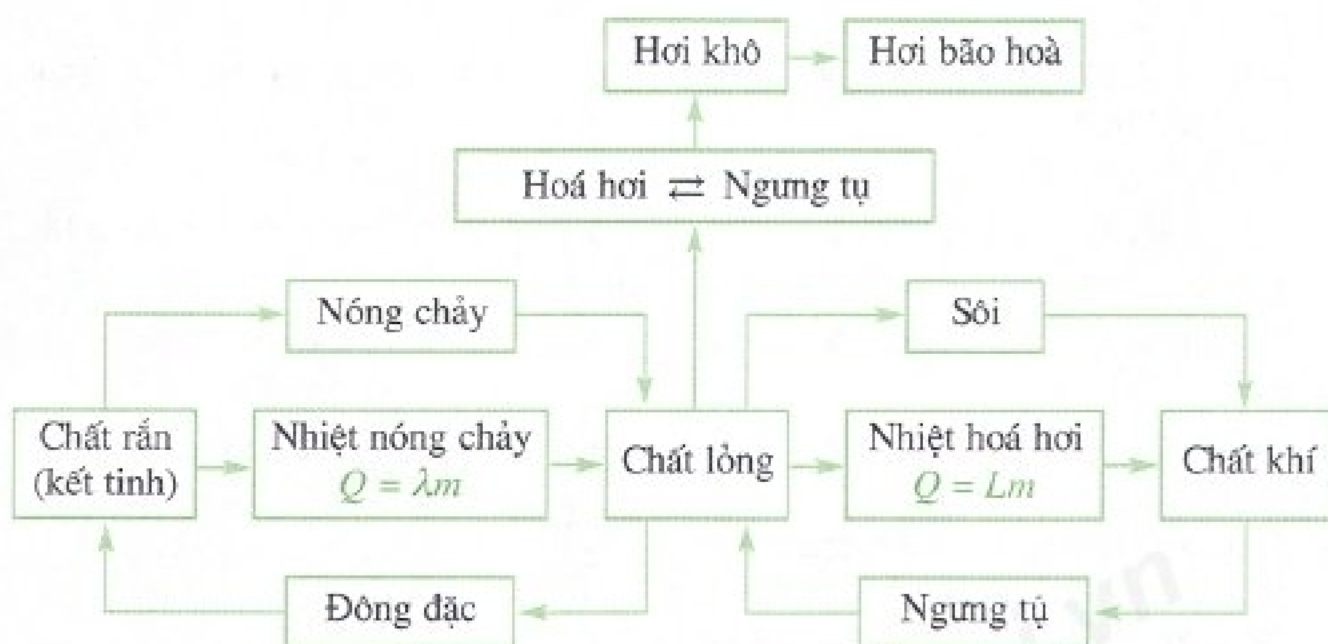
II – BIẾN DẠNG CƠ VÀ NỞ VÌ NHIỆT (BIẾN DẠNG NHIỆT) CỦA VẬT RẮN



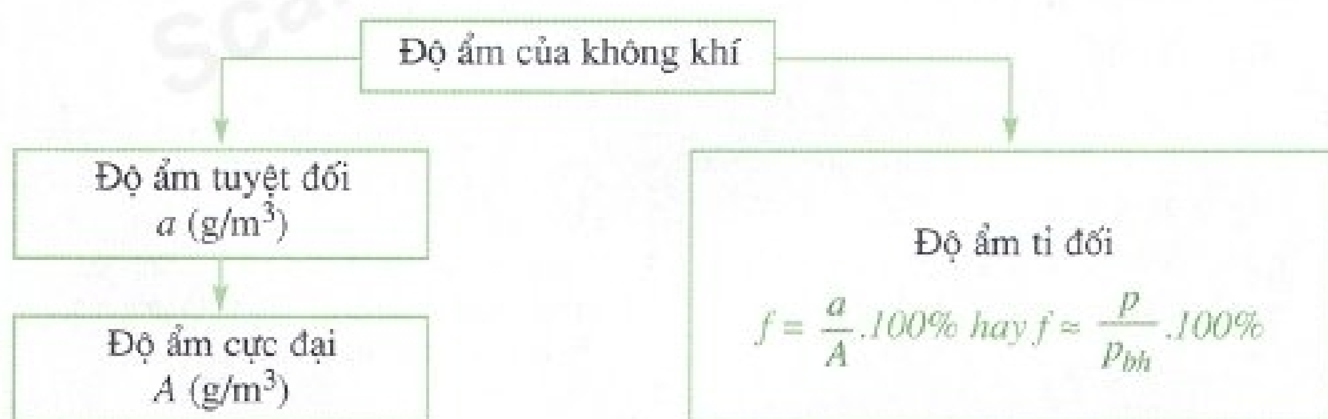
III – CÁC HIỆN TƯỢNG BỀ MẶT CỦA CHẤT LỎNG



IV - SỰ CHUYỂN THỂ CỦA CÁC CHẤT



V - ĐỘ ẨM CỦA KHÔNG KHÍ



ĐÁP ÁN VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP

1

5. D ; **6**. C ; **7**. D ; **8**. kinh độ và vĩ độ ; **9***. 12 phút 16,36 giây.

2

6. D ; **7**. D ; **8**. A ; **9**. a) $s_A = 60t$; $s_B = 40t$; $x_A = 60t$; $x_B = 10 + 40t$; c) t = 30 phút ; hai xe gặp nhau tại điểm cách A 30 km ; **10**. d) 3 giờ.

3

9. D ; **10**. C ; **11**. D ; **12**. a) 0,185 m/s^2 ; b) 333 m ; c) 30 s ; **13**. 0,077 m/s^2 ;
14. a) Nếu lấy chiều dương là chiều chuyển động của đoàn tàu thì a = – 0,0925 m/s^2 ; b) 667 m ;
15. a) Nếu lấy chiều dương là chiều chuyển động của xe thì a = –2,5 m/s^2 ; b) 4 s.

4

7. D ; **8**. D ; **9**. B ; **10**. 2 s ; 20 m/s ; **11**. 70,3 m ; **12**. 20 m.

5

8. C ; **9**. C ; **10**. B ; **11**. 41,87 rad/s ; 33,5 m/s ; **12**. 3,33 m/s ; 10,1 rad/s ; **13**. kim phút : 0,174 mm/s, 0,00174 rad/s ; kim giờ : 0,0116 mm/s ; 0,000145 rad/s ; **14**. 530 vòng ; **15**. 0,73.10^{-4} rad/s ; 465 m/s.

6

4. D ; **5**. C ; **6**. B ; **7**. Lấy chiều dương là chiều chuyển động của hai xe : v_{BA} = 20 km/h ; v_{AB} = –20 km/h ; **8**. Lấy chiều dương là chiều chuyển động của A : v_{BA} = –25 km/h.

9

5. a) C ; b) 90^o ; **6**. a) B ; **7**. D ;
8. 11,6 N ; 23,1 N.

10

7. D ; **8**. D ; **10**. C ; **11**. B, nhỏ hơn ; **12**. D ;
14. a) 40 N ; b) hướng xuống dưới ;
c) tác dụng vào tay người ; d) túi đựng thức ăn.

11

4. B ; **5**. C ; **6**. 2,04.10^{20} N ; **7**. a) 735 N ; b) 128 N ; c) 653 N.

12

3. C ; **4**. D ; **5**. A ; **6**. a) 200 N/m ; b) 16 N.

13

4. D ; **6**. C ; **7**. C ; **8**. 454 N ; không.

14

4. 0,31 vòng/s ; **5**. D ; **6**. 5,66 km/s ; 14 200 s.

15

4. C ; **5**. 8,9 km ; **6**. C ; **7**. B.

17

6. a) 9,8 N ; b) 16,9 N ; **7**. C ; **8**. D.

18

4. 1 000 N ; **5**. Dựa theo quy tắc momen.

19

2. 40 cm ; 60 cm ; 500 N ; **3**. 400 N, 600 N ;
4. B ; **5**. O_1G = 0,88 cm ; O_1 là trọng tâm của hình chữ nhật có cạnh 9 cm và 6 cm, O_1G nằm trên đường thẳng nối O_1 với trọng tâm của hình vuông có cạnh 3 cm.

20

4. a) cân bằng không bền ; b) cân bằng bền ; c) quả cầu bên trái cân bằng phiếm định ; quả cầu trên cao cân bằng không bền ; quả cầu bên phải cân bằng bền ; **6**. Trường hợp chở thép lá khó bị đổ nhất. Trong trường hợp này trọng tâm ở mức thấp nhất.

21

5. 2,5 m/s^2 ; 7,5 m/s ; 11,2 m ; **6**. a) 17 N ; b) 12N ; **7**. a) 3 386 N ; b) 699 N ; **8**. C ; **9**. D ; **10**. C.

22

4. D ; **5**. C ; **6**. a) 0,045 N.m ; b) 0,039 N.m.

23

5. B ; **6**. D ; **7**. C ; **8**. Hai xe có động lượng bằng nhau và bằng $16,66.10^3$ kg.m/s ;
9. $38,66.10^6$ kg.m/s.

24

3. A ; **4**. C ; **5**. B ; **6**. 2 595 J ; **7**. 20 s.

25

3. B ; **4**. C ; **5**. D ; **6**. B ; **7**. 2 765,4 J ; **8**. 7 m/s.

26

2. B ; **3**. A ; **4**. A ; **6**. 4.10^{-2} J. Thế năng này không phụ thuộc khối lượng của vật.

27

5. C ; **6**. $\frac{1}{2}mv^2 + mgz + \frac{1}{2}k(\Delta l)^2$; **7**. D ; **8**. C.

28

5. C ; **6**. C ; **7**. D.

29

5. B ; **6**. C ; **7**. A ; **8**. 3.10^5 Pa ; **9**. $2,25.10^5$ Pa.

30

4. B ; **5**. B ; **6**. B ; **7**. 606 K ; **8**. 5,42 bar.

31

4. 1 → c) ; 2 → a) ; 3 → b) ; 4 → d) ; **5**. D ;
6. B ; **7**. 36 cm^3 ; **8**. $0,75.10^{-3}$ g/cm^3.

32

4. B ; **5**. C ; **6**. B ; **7**. 25°C ; **8**. $0,78.10^3$ J/(kg.K).

33

3. D ; **4**. C ; **5**. A ; **6**. 80 J ; **7**. 30 J ; **8**. 2.10^6 J.

34

4. B ; **5**. C ; **6**. D.

35

4. D ; **5**. B ; **6**. D ; **7**. 68.10^3 N/m ; **8**. 0,10 kg ;
9. $0,25.10^{-2}$.

36

4. D ; **5**. C ; **6**. B ; **7**. 62,1 cm ; **8**. 45°C.

37

6. B ; **7**. D ; **8**. D ; **9**. C ; **10**. A ; **11**. 73.10^{-3} N/m ;
12. $4,0.10^{-3}$ N.

38

7. D ; **8**. B ; **9**. C ; **10**. D ; **14**. 1 694,4 kJ ;
15. 96,165 kJ.

39

4. C ; **5**. A ; **6**. C ; **8**. 30,29 g/m^3 ; 71%.

CÁC ĐẠI LƯỢNG VÀ ĐƠN VỊ CHÍNH SỬ DỤNG TRONG SÁCH

Đại lượng		Đơn vị	
Tên	Kí hiệu	Tên	Kí hiệu
Độ dài	l	mét	m
Diện tích	S	mét vuông	m^2
Thể tích	V	mét khối	m^3
Thời gian	t	giây	s
Vận tốc	v	mét trên giây	m/s
Gia tốc	a	mét trên giây bình phương	m/s^2
Chu kì	T	giây	s
Tần số	f	vòng trên giây ; héc	vòng/s ; Hz
Khối lượng	m	kilôgam	kg
Khối lượng riêng	ρ	kilôgam trên mét khối	kg/m^3
Lực	F	niutơn	N
Momen lực	M	niutơn mét	N.m
Động lượng	p	kilôgam mét trên giây	kg.m/s
Trọng lượng	P	niutơn	N

Độ cứng của lò xo	k	niutơn trên mét	N/m
Áp suất	p	paxcan	Pa
Cơ năng	W	jun	J
Động năng	$W_đ$	jun	J
Thế năng	W_t	jun	J
Nội năng	U	jun	J
Nhiệt lượng	Q	jun	J
Nhiệt nóng chảy riêng	λ	jun trên kilôgam	J/kg
Nhiệt hoá hơi riêng	L	jun trên kilôgam	J/kg
Nhiệt dung riêng	c	jun trên kilôgam kenvin	J/(kg.K)
Công	A	jun	J
Công suất	$\mathscr{P}$	oát	W
Nhiệt độ tuyệt đối	T	kenvin	K
Nhiệt độ Xen-xi-út	t	độ C	^oC
Độ ẩm tuyệt đối	a	gam trên mét khối	g/m^3
Độ ẩm cực đại	A	gam trên mét khối	g/m^3
Độ ẩm tỉ đối	f		

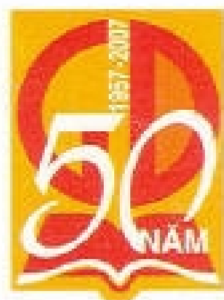
MỤC LỤC

Chịu trách nhiệm xuất bản : Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc **NGÔ TRẦN ÁI**
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập **NGUYỄN QUÝ THAO**

Biên tập lần đầu : **NGUYỄN VĂN THUẬN - VŨ THỊ THANH MAI**
Biên tập tái bản : **NGUYỄN VĂN THUẬN**
Biên tập kĩ thuật : **TẠ THANH TÙNG**
Minh hoạ và trình bày bìa : **TẠ THANH TÙNG**
Sửa bản in : **PHÒNG SỬA BẢN IN** (NXB GIÁO DỤC TẠI HÀ NỘI)
Chế bản : **BAN BIÊN TẬP - THIẾT KẾ MĨ THUẬT**
(NXB GIÁO DỤC TẠI HÀ NỘI)

Trong sách này có sử dụng một số ảnh tư liệu của Thông tấn xã Việt Nam.

VẬT LÍ 10
Mã số : CH005T7
In 145.000 cuốn (QĐ6), khổ 17 x 24 cm.
In tại Công ty cổ phần In Diên Hồng 187[B] Giảng Võ - Hà Nội.
Số in : 52. Số xuất bản : 692 - 2006/CXB/384 - 1530/GD.
In xong và nộp lưu chiểu tháng 3 năm 2007.





VƯƠNG MIỆN KIM CƯƠNG
CHẤT LƯỢNG QUỐC TẾ

SÁCH GIÁO KHOA LỚP 10

1. TOÁN HỌC
   - ĐẠI SỐ 10 • HÌNH HỌC 10
2. VẬT LÍ 10
3. HOÁ HỌC 10
4. SINH HỌC 10
5. NGỮ VĂN 10 (tập một, tập hai)
6. LỊCH SỬ 10
7. ĐỊA LÍ 10
8. TIN HỌC 10
9. CÔNG NGHỆ 10
10. GIÁO DỤC CÔNG DÂN 10
11. NGOẠI NGỮ
   - TIẾNG ANH 10 • TIẾNG PHÁP 10
   - TIẾNG NGA 10 • TIẾNG TRUNG QUỐC 10

SÁCH GIÁO KHOA LỚP 10 - NÂNG CAO

Ban Khoa học Tự nhiên :
- TOÁN HỌC (ĐẠI SỐ 10, HÌNH HỌC 10)
- VẬT LÍ 10 • HOÁ HỌC 10 • SINH HỌC 10

Ban Khoa học Xã hội và Nhân văn :
- NGỮ VĂN 10 (tập một, tập hai)
- LỊCH SỬ 10 • ĐỊA LÍ 10
- NGOẠI NGỮ (TIẾNG ANH 10, TIẾNG PHÁP 10, TIẾNG NGA 10, TIẾNG TRUNG QUỐC 10)





Giá : 10.400đ